



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101678430 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 01

(21) 申请号 200880015253. 9

B30B 15/28(2006. 01)

(22) 申请日 2008. 05. 09

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

124807/2007 2007. 05. 09 JP

JP 2005199336 A, 2005. 07. 28,

JP 2005199336 A, 2005. 07. 28,

CN 1744958 A, 2006. 03. 08,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 11. 09

CN 1878623 A, 2006. 12. 13,

CN 1074858 A, 1993. 08. 04,

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2008/058982 2008. 05. 09

审查员 高晓颖

(87) PCT申请的公布数据

W02008/140122 JA 2008. 11. 20

(73) 专利权人 新日铁住金株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 桑山卓也 铃木规之

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 段承恩 陈海红

(51) Int. Cl.

B21D 37/00(2006. 01)

B21D 24/00(2006. 01)

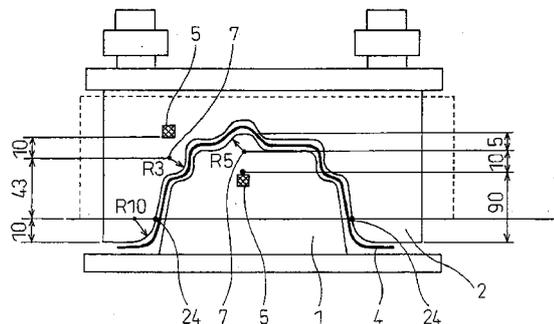
权利要求书1页 说明书37页 附图16页

(54) 发明名称

薄板的冲压成形装置以及冲压成形方法

(57) 摘要

一种冲压成形装置,在以冲头和冲模中的至少任一个为测定对象模具时,具有设置于该测定对象模具的内部的用于测定相应于冲压成形而产生的该测定对象模具的应变量的应变测定机构。在测定对象模具处于成形下止点位置时,应变测定机构配置于相比于材料流出侧的冲模肩R休止部更靠冲压方向的一侧。在将测定对象模具在表面具有的弯曲形状的曲率半径设为R时,优选应变测定机构位于从所述弯曲形状的曲率中心起的10×R以内的区域内。



1. 一种冲压成形装置,其特征在于,在以冲头和相对于该冲头进行相对移动的冲模中的至少一个为测定对象模具时,该测定对象模具能够成形出具有至少一个弯曲形状的成形部件,该冲压成形装置具有设置于该测定对象模具的内部的用于测定相应于冲压成形而产生的该测定对象模具的应变量的应变测定机构,在所述测定对象模具处于成形下止点位置时,所述应变测定机构位于与冲模肩具有的圆形部分的两端部之中位于更靠冲压方向侧的端部相比更靠冲压方向的一侧,所述应变测定机构位于相对于下述面更靠曲率中心的一侧的区域,所述面通过所述测定对象模具的弯曲形状的端部,并且相对于该端部处的法线向离开所述弯曲形状的方向倾斜 45° 。

2. 根据权利要求 1 所述的冲压成形装置,其特征在于,在将所述测定对象模具在表面具有的弯曲形状的曲率半径设为 R 时,所述应变测定机构位于从所述弯曲形状的曲率中心起的 $10 \times R$ 以内的区域。

3. 根据权利要求 1 所述的冲压成形装置,其特征在于,所述应变测定机构位于离开所述测定对象模具的表面 5mm 以上的位置。

4. 根据权利要求 2 所述的冲压成形装置,其特征在于,所述应变测定机构位于离开所述测定对象模具的表面 5mm 以上的位置。

5. 根据权利要求 1~4 的任一项所述的冲压成形装置,其特征在于,还具有对被加工材料赋予防皱载荷的防皱模具。

6. 根据权利要求 1~4 的任一项所述的冲压成形装置,其特征在于,应变测定机构是压电元件传感器。

7. 根据权利要求 5 所述的冲压成形装置,其特征在于,应变测定机构是压电元件传感器。

8. 一种冲压成形方法,使用权利要求 1~7 的任一项所述的冲压成形装置,并且在由所述应变测定机构测定的应变超过设定范围时或者低于设定范围时判定为成形品成形异常。

9. 一种冲压成形方法,使用权利要求 1~7 的任一项所述的冲压成形装置,并且在由所述应变测定机构测定的应变超过设定范围时或者低于设定范围时判定为测定对象模具异常。

薄板的冲压成形装置以及冲压成形方法

技术领域

[0001] 本发明涉及薄板的冲压成形装置以及冲压成形方法,特别是涉及能够测定冲压模具表面的弯曲形状处所发生的模具的应变或者应力(以下仅称为应变。),而且能够基于测定的应变判定冲压成形品的成形异常以及模具的异常(裂纹、胶着)的冲压成形装置以及冲压成形方法。

背景技术

[0002] 在薄板的冲压成形中,将在冲压模具的表面造型出的弯曲凸形状、特别是具有小曲率半径的波纹(bead)、突起等的形状转印至薄板上时,裂纹、颈缩(塑性变形集中于薄板的某个截面从而发生颈缩)、褶皱等的成形异常成为问题。这样的裂纹、颈缩、褶皱大多非常小,在制造工序中极难以发现,从而成为问题。

[0003] 另外,由于在薄板冲压成形的同时,压力机加压力或者被加工材料抗变形的反力等作用于模具,因此模具发生弹性变形。将该弹性变形称为模具应变。该模具应变的发生大大影响到如上所述的利用冲压模具将弯曲凸形状进行形状转印到薄板上时发生的裂纹、颈缩、褶皱等的成形异常。

[0004] 作为测定模具应变的装置,特开平 5-337554 号公报中公开了一种弯板机的中途开始修正装置,所述弯板机通过使安装于上梁的冲头以及安装于下梁的冲模接触分离动作,而在上述冲头和冲模间对工件进行折弯加工,所述修正装置具有:沿着上述上梁的纵向设置的检测上述上梁的应变的多个上梁用应变传感器;沿着上述下梁的纵向设置的检测上述下梁的应变的多个下梁用应变传感器;在上述下梁与下模之间或者上述上梁与上模之间沿着折弯加工线的方向分散配置的、对上述下模或者上模施加上下方向的加压力的多个操作机构;和进行控制的控制单元,所述控制单元在加压开始后至加压结束的途中使上述上梁的下降停止,在该停止状态时获取上述上梁用应变传感器以及上述下梁用应变传感器的检测输出值,基于该各检测输出值运算上梁以及下梁的应变,基于该运算值进行上述多个操作机构的驱动控制以使上梁以及下梁的应变量为合适值,然后再开始加压控制。由此得到在整个长度上具有均一的弯曲角度的成形品。

[0005] 另外,特开 2004-249365 号公报中公开了一种薄板冲压成形装置,其特征在于,具有:冲头;冲模;防皱模具;安装于上述冲模和上述防皱模具之间的摩擦力测定机构;和防皱载荷调节机构。由此不取决于模具与被加工物之间的润滑性和表面性状等的波动因素而能够赋予适当的摩擦力,不取决于材料特性的散差和环境变化而总是提供良好的成形品。

[0006] 另外,本发明者们中的一部人在日本第 57 次塑性加工联合研讨会论文集 pp. 165-166 (2006) 中公开了一种将测定正交的方向的压缩和拉伸应变的压电元件(模具摩擦传感器)内置于冲模肩附近的冲压成形装置,并记载了能够由模具摩擦传感器的信息预测回弹、扭曲等的成形品形状。

[0007] 特开平 5-337554 号公报公开了涉及具有模具应变测定功能的装置的发明,但梁用应变传感器沿着弯板机用梁的纵向设置,除此以外没有公开。在使用相比于弯板机用梁

具有复杂形状的模具的冲压成形中,为了高精度地测定模具应变,在冲头、冲模、防皱模具等的模具内部设置应变测定功能,来直接测定发生的模具应变是不可缺少的,因此特开平 5-337554 号公报的发明并不充分。

[0008] 另外,在上述发明中,在成形途中暂且中断成形,在该停止状态时检测上下梁的应变变量,利用操作机构进行控制以使得上下梁的应变量为合适值,然后再开始成形,但与如弯板机那样的弯曲主体的成形不同,在冲压成形中,在途中中断了成形的情况下,被加工材料与工具间的摩擦力与成形中的摩擦力大大不同。因此在将上述发明应用于冲压成形时,所测定的模具应变变量与成形中的模具应变变量不同,测定精度不充分。

[0009] 另外,在特开 2004-249365 号公报中,作为直接测定摩擦力的原理,记载了:夹入应变测定元件而将平板和防皱模具用螺栓等紧固。若在该状态下由冲模和上述平板夹持被加工物使其滑动,则上述应变测定元件发生剪切应变,从而能够测定摩擦力。虽然在使用应变测定元件这一点上与本发明类似,但这是在防皱模具或者冲模上设置某些结构物来想要测量摩擦力的,并不是直接测定防皱模具、冲模的模具应变,这一点与本发明不同。

[0010] 为了高精度地测定模具应变,直接测定冲头、冲模、防皱模具的模具应变是不可缺少的,因此特开 2004-249365 号公报的发明是不充分的。第 57 次塑性加工联合研讨会论文集 pp. 165-166 (2006) 中公开的发明在冲模肩附近内置了摩擦传感器,但实际的模具的形状复杂,也有冲模肩不明的模具,因此存在的问题是若不依靠试差法就不知道实际的模具可以在哪里配置应变传感器。

发明内容

[0011] 本发明的目的是,提供能够测定在冲压模具表面的弯曲凸形状处发生的模具的应变,而且能够基于测定的应变变量判定冲压成形品的成形异常或者模具的异常的高精度且高应用性的冲压成形装置以及成形方法。

[0012] 为了达到上述目的,本发明提供一种冲压成形装置,该冲压成形装置的特征在于,在以冲头和相对于该冲头进行相对移动的冲模中的至少一个为测定对象模具时,该测定对象模具能够成形出具有至少一个以上的弯曲形状的成形部件,该冲压成形装置具有设置于该测定对象模具的内部的用于测定相应于冲压成形而产生的该测定对象模具的应变变量的应变变量测定机构,在上述测定对象模具处于成形下止点位置时,上述应变变量测定机构位于相比于材料流出侧的冲模肩 R 休止部更靠冲压方向的一侧。

[0013] 优选:在将测定对象模具在表面上具有的弯曲形状的曲率半径设为 R 时,应变变量测定机构位于从上述弯曲形状的曲率中心起的 $10 \times R$ 以内的区域。

[0014] 更优选:应变变量测定机构位于相对于通过测定对象模具的弯曲形状的端部并相对于该端部的法线向离开上述弯曲形状的方向倾斜 45° 的面更靠曲率中心的一侧的区域。

[0015] 进一步优选:应变变量测定机构位于离开测定对象模具的表面 5mm 以上的位置。

[0016] 冲压成形装置还可具有对被加工材料赋予防皱载荷的防皱模具。

[0017] 应变变量测定机构的优选的具体例是压电元件传感器。本发明中所测定的应变变量是由弹性变形造成的,线性弹性理论成立。即通过使用对于各向同性弹性材料的构成法则(虎克定律),应变变量和应力可等价地变换。另外,应变变量只要换算由各种位移计测定的位移来求出即可。

[0018] 另外,本发明提供一种冲压成形方法,该方法使用上述冲压成形装置,并在由应变测定机构测定的应变量超过设定范围时或者低于设定范围时判定为成形品成形异常。

[0019] 进而,本发明提供一种冲压成形方法,该方法使用上述冲压成形装置,并在由应变测定机构测定的应变量超过设定范围时或者低于设定范围时判定为测定对象模具异常。

[0020] 本发明中,所谓冲模肩,如图 3、图 4 所示,是指包含冲模表面的面 21(被加工材料 4 在最初与冲模 2 抵接的面)在内的冲模的肩部 22,另外,所谓冲模肩 R 休止部,是指冲模肩 22 具有的圆形部分(R 部)的两端部 23 和 24。在这些端部之中,将位于冲模表面的面 21 侧的 R 部端部 23 称为材料流入侧的冲模肩 R 休止部,另一方面,将位于更靠冲压方向(用箭头图示)的一侧的端部 24,即从材料来看材料在冲模肩 R 上受到变形之后开始向纵壁部流出的端部 24 称为材料流出侧的冲模肩 R 休止部。

[0021] 另外,所谓冲压方向,如图 3、图 4 中箭头所示,定义为对于冲模 2 的凹形状,冲头 1 以向冲模接近的方式进行相对移动的方向、或者冲头 1 对被加工材料 4 进行加压成形的方向。

[0022] 根据本发明,可提供能够测定在冲压模具表面的弯曲形状处发生的模具应变,而且能够基于测定的应变量判定冲压成形品的成形异常的高精度且应用性高的冲压成形装置以及冲压成形方法。

附图说明

[0023] 本发明的上述目的或其他目的、特征和优点通过参照附图对以下的优选实施方式进行说明而变得更加明确。

[0024] 图 1 表示在本发明所涉及的冲压成形装置之中,在压力机滑块上设置有冲模的冲压成形装置的概略图。

[0025] 图 2 表示在本发明所涉及的冲压成形装置之中,在压力机滑块上设置有冲头的冲压成形装置的概略图。

[0026] 图 3 表示图 1 所示的冲压成形装置中模具应变测定机构的设置状况的详细图。

[0027] 图 4 表示图 2 所示的冲压成形装置中模具应变测定机构的设置状况的详细图。

[0028] 图 5 表示本发明所涉及的冲压成形装置中在冲头上设置有应变量测定机构的情况。

[0029] 图 6 表示本发明所涉及的冲压成形装置中在冲模上设置有应变量测定机构的情况。

[0030] 图 7 表示除了图 1 所示的冲压成形装置还设置有防皱模具的冲压成形装置的概略图。

[0031] 图 8 表示除了图 2 所示的冲压成形装置还设置有防皱模具的冲压成形装置的概略图。

[0032] 图 9b 表示应变测定机构和销子的侧视图,图 9a 表示可安装图 9b 的结构切孔。

[0033] 图 10 表示本发明的冲压成形方法所涉及的应变量测定结果和用于成形异常判定的应变量设定范围。

[0034] 图 11 表示本发明的冲压成形方法所涉及的应变量测定结果和用于模具异常判定的应变量设定范围。

- [0035] 图 12 表示由本发明所涉及的冲压成形装置成形的成形品的外观图。
- [0036] 图 13 表示应变测定机构的设置位置。
- [0037] 图 14 表示采用了本发明所涉及的冲压成形方法的制品异常或者模具异常的判定方法。
- [0038] 图 15 表示应变测定机构的另外的设置位置。
- [0039] 图 16 表示采用了本发明所涉及的冲压成形方法的制品异常或者模具异常的另一判定方法。
- [0040] 图 17 表示由本发明所涉及的冲压成形装置成形的另一成形品的外观图。
- [0041] 图 18 表示应变测定机构的另外的设置位置。
- [0042] 图 19 表示采用了本发明所涉及的冲压成形方法的制品异常或者模具异常的另一判定方法。
- [0043] 图 20 表示应变测定机构的另外的设置位置。
- [0044] 图 21 表示采用了本发明所涉及的冲压成形方法的制品异常或者模具异常的另一判定方法。
- [0045] 图 22 概略地表示集中力作用于角部顶点的状态。
- [0046] 图 23 概略地表示面压力作用于具有曲率半径的角部的状态。
- [0047] 图 24 表示与图 22 对应的应力分布的等高线。
- [0048] 图 25 表示与图 23 对应的应力分布的等高线。
- [0049] 图 26 表示应变测定机构的优选的设置位置。
- [0050] 图 27 概略地表示在冲压成形中作用于被加工材料的力或者应力。
- [0051] 图 28 概略地表示在冲压成形中作用于冲模的力或者应力。
- [0052] 图 29 表示对进一步限定应变测定机构的设置范围的情况进行说明的曲线图。
- [0053] 图 30 表示在凸形状的冲模部分中应变测定机构的优选的设置范围。
- [0054] 图 31 概略地表示被加工材料的强度与冲压成形时的弹性变形范围的关系。
- [0055] 图 32 表示在凹形状的冲模部分中应变测定机构的优选的设置范围。
- [0056] 图 33 表示应变测定机构在曲率半径大的部分中的设置例子。

具体实施方式

- [0057] 以下用附图详细说明实施本发明的最佳方式。
- [0058] 首先,将本发明的第 1 实施方式所涉及的冲压成形装置的截面图示于图 1 或者图 2。图 1 是在压力机滑块(导轨;slide)上设置有冲模 2 的情况,图 2 是在压力机滑块上设置有冲头 1 的情况,任一情况都具有冲头 1、和相对于冲头 1 进行相对移动的冲模 2。
- [0059] 被加工材料 4 被冲模 2 按压于冲头 1 上,成形为设定的形状。我们发现:此时,在冲头 1、冲模 2 的表面造型出弯曲凸形状的附近且模具内部,设置以下说明的应变测定机构 5,通过监视其应变,能够判定裂纹、颈缩、褶皱等的成形异常、或者模具咬住(胶着)等的模具异常。
- [0060] 为了有效地判定裂纹、颈缩、褶皱等的成形异常,应变测定机构 5 的设置位置很重要。应变测定机构 5 的所希望的设置位置示于图 3 和图 4。
- [0061] 图 3 是在压力机滑块上设置有冲模 2 的情况,图 4 是在压力机滑块上设置有冲头

1 的情况,在任一情况中,在以冲头 1 以及冲模 2 为测定对象模具时,在测定对象模具即冲头 1 和冲模 2 处于成形下止点位置时,应变测定机构 5 的设置位置都位于相比于材料流出侧的冲模肩 R 休止部更靠冲压方向的一侧。

[0062] 其理由是为了避免主要起因于应变测定机构 5 的设置模具的破损和损伤。特别是对于冲模 2,若应变测定机构 5 没有位于相比于材料流出侧的冲模肩 R 休止部更靠冲压方向的一侧,则在用于设置应变测定机构 5 的孔加工中得不到充分的尺寸精度的危险性高。一般地,对于用于设置应变测定机构 5 的孔加工,采用钻头加工,但如果此时用于设置应变测定机构的孔与冲模 2 表面之间的壁厚小,则钻头会由于钻头的刚性不足而向壁厚小的方向弯曲,容易发生尺寸精度变低的问题。若发生该问题,则实际的加工尺寸从指定尺寸趋向于壁厚变小的方向即破损等的危险性提高的方向,因此为了避免该问题发生,优选应变测定机构 5 位于相比于材料流出侧的冲模肩 R 休止部更靠冲压方向的一侧。

[0063] 另外,在应变测定机构 5 没有位于相比于材料流出侧的冲模肩 R 休止部更靠冲压方向的一侧时,在热处理中模具发生裂纹等,孔加工以外的加工失败的发生概率高。另外,即使孔加工、热处理成功了,在反复使用模具的过程中由于强度不足而破损的危险性高。

[0064] 其次,将本发明的第 2 实施方式所涉及的冲压成形装置的截面图示于图 5 或图 6。第 2 实施方式相比于第 1 实施方式,以实现精度更高的应变量的测定为目的,限定了应变测定机构 5 的设置位置。

[0065] 图 5 表示设置于冲头 1 的应变测定机构 5 周边的放大图。应变测定机构 5 如图示那样设置于应变测定机构设置区域 6 的内部且在模具内部的区域。

[0066] 在将在冲头 1 的表面上具有的弯曲凸形状的曲率(弯曲)半径设为 R 时,应变测定机构 5 的优选的设置区域 6 是从上述弯曲凸形状的曲率中心 7 起的 10R(R 为该弯曲形状的曲率半径)以内的区域。

[0067] 另外,本发明中,所谓曲率半径定义为:在与冲压方向平行的冲头、冲模等的截面上,将其弯曲凸形状的一部分近似为恒定的曲率半径时的曲率半径,基于该所近似的曲率半径确定曲率中心 7。

[0068] 其次,对于使应变测定机构的设置范围为从弯曲形状的曲率中心 7 起的 10R 以内的根据进行说明。

[0069] 集中力作用的二维应力场的理论解已可以求得(Melan, (1932)等),例如如图 22 所示集中力 F_0 作用于顶角 α 的角部顶点时的二维应力分布可由下述式(1)求得。

$$[0070] \quad \sigma_r = -\frac{2F_0}{(\alpha + \sin \alpha)} \cdot \frac{\cos \theta}{r}, \sigma_\theta = 0, \tau_{r\theta} = 0 \quad (1)$$

[0071] 另外,即使是如图 23 所示那样角部具有曲率半径 r_d 、曲率角度 Φ 的弯曲形状,并且面压力 P 作用于该弯曲形状的场所,在曲率半径 r_d 小时假定也可利用式(1)将应力分布近似(在 $0.3\text{mm} < r_d < 30.0\text{mm}$ 的范围能够近似)。该情况下的应力分布由下述式(2)求得。

$$[0072] \quad \sigma_r = -\frac{2P \Phi r_d}{(\alpha + \sin \alpha)} \cdot \frac{\cos \theta}{r}, \sigma_\theta = 0, \tau_{r\theta} = 0 \quad (2)$$

[0073] 如式(1)和(2)所示,在由集中力导致的二维应力分布中,由 r 、 θ 所表示的极坐

标系中的 r 方向以外的应力为零。另外, r 方向的应力 σ_r 可使用极坐标的 r 、 θ 表示其分布。

[0074] 图 24 表示与式 (1) 对应的应力分布的等高线。

[0075] 图 25 表示与式 (2) 对应的应力分布的等高线。

[0076] 式 (2) 中的应力 σ_r , 若将图 23 的角度 α 、 Φ 固定为与一般的冲模肩形状相当的以下那样的值, 并只对极坐标 $\theta = 0$ 进行考虑, 则可如下述式 (3) 那样简单化。

$$[0077] \quad \sigma_r = -\frac{P \cdot r_d}{r} \left(\alpha = \frac{\pi}{2}, \theta = 0, \phi = \frac{(\frac{\pi}{2} + 1)}{2} \text{ 时} \right) \quad (3)$$

[0078] 应变测定机构 5 能够测定起因于上述的式 (2)、(3) 中的 r 方向应力 σ_r 而发生的弹性应变, 但与其他的测定器同样, 应变测定机构 5 的测定分辨率也存在测定极限, 极小的应变或者应变变化难以测定。

[0079] 为了应变测定机构 5 进行高精度的测定, 假定在应变测定机构 5 的设置部位发生的应变必须为最少测定应变 ϵ_m 以上。

[0080] 根据虎克定律, 与最少测定应变 ϵ_m 对应的应力 σ_m 使用弹性模量 E 如以下的式 (4) 那样表示。

$$[0081] \quad \sigma_m = E \cdot \epsilon_m \quad (4)$$

[0082] 根据前面的假定, 式 (3) 的 σ_r 需要大于式 (4) 的 σ_m , 因此关于应变测定机构 5 的设置位置的极坐标 r , 下述关系式 (5) 成立。

$$[0083] \quad r < \frac{P \cdot r_d}{E \cdot \epsilon_m} \quad (5)$$

[0084] 通过采用式 (5) 能够确定可进行高精度的测定的应变测定机构 5 的设置位置范围 r 。

[0085] 可是, 式 (5) 的面压力 P 相当于钢板与模具的接触面压力, 准确地求出该值是困难的。原因是应变测定机构 5 的设置位置范围必须在模具制作开始前确定, 使用实测值是困难的。虽然也可以通过 FEM 等进行概算预测, 但存在精度不充分等问题。

[0086] 因此, 为了不考虑难以准确求出的面压力 P 而确定应变测定机构 5 的设置位置范围 r , 假定式 (4) 中的 σ_m 为接触面压力 P 的 10% 的值。于是, 可由式 (3) 得到下述的关系式 (6)。

$$[0087] \quad r < 10r_d \quad (6)$$

[0088] 若使用式 (6), 则可不考虑难以准确求出的面压力 P 而简便地确定应变测定机构 5 的设置位置范围 r 。因此, 本发明中, 作为应变测定机构 5 的适当的设置位置, 规定为从弯曲形状的曲率中心 7 起的 $10R$ 以内。

[0089] 图 26 表示由式 (6) 确定的应变测定机构 5 的适当的设置区域。适当的设置区域是以坐标 $(r, \theta) = (5r_d, 0)$ 为中心的半径 $5r_d$ 的圆弧内侧的区域。

[0090] 在本发明中使用式 (6) 确定了应变测定机构 5 的适当的设置位置范围, 但也可以使用由 FEM 解析结果、理论解析结果、过去的实测数据见解等求得的面压力 P 计算式 (5) 来进一步限定由式 (6) 确定的设置范围。可是大于式 (6) 的设置范围不被允许。

[0091] 作为对由式 (6) 确定的设置范围进一步限定的方法, 以下示出使用由理论解析结果求得的面压力 P 计算式 (5) 的情况的一例。

[0092] 图 27 概略地表示冲压成形模具的形状尺寸以及成形条件。在冲模肩 R 处的绞入应力 σ_d 可采用被加工材料 4 的屈服应力 Y 以及板厚 t、被加工材料 4 与冲头 1 或冲模 2 的摩擦系数 μ 、防皱载荷 H、冲模 2 与被加工材料 4 的接触区域的接触角度 Φ 、从冲头 1 的中心线到被加工材料 4 的末端部的距离 r_0 、以及从冲头 1 的中心线到冲模 2 与被加工材料 4 的接触区域的材料流出侧端部的板厚中心的距离 r_2 由以下的式 (7) 表示。

$$[0093] \quad \sigma_d = Y \exp(\mu \Phi) \cdot \left(\ln \frac{r_0}{r_2} + \frac{2\mu H}{tY} \right) + \frac{t}{2r_d} Y \quad (7)$$

[0094] 另外,式 (7) 可如以下的式群 (8-1) ~ (8-3) 那样变形。

$$[0095] \quad \sigma_d = a_0 Y + C \quad (8-1)$$

$$[0096] \quad a_0 = \exp(\mu \Phi) \cdot \left(\ln \frac{r_0}{r_2} \right) + \frac{t}{2r_d} \quad (8-2)$$

$$[0097] \quad C = \exp(\mu \Phi) \cdot \left(\frac{2\mu H}{t} \right) \quad (8-3)$$

[0098] 在此,例如 $\mu = 0.15$ 、 $\Phi = \pi/2\text{rad}$ 、 $r_0 = 100\text{mm}$ 、 $r_2 = 90\text{mm}$ 、 $t = 1.0\text{mm}$ 、 $r_d = 10\text{mm}$ 、 $H = 200\text{N/mm}$ 时, $a_0 = 0.18$ 、 $C = 75.94\text{MPa}$ 。

[0099] 另一方面,如图 28 所示,作用于冲模肩 R 的面压力 P,可使用作用于冲模肩 R 的集中力 F_0 等由以下的式 (9) 表示。

$$[0100] \quad P = \frac{F_0}{\Phi r_d} = \frac{2\sigma_d t \sin\left(\frac{\Phi}{2}\right)}{\Phi r_d} \quad (9)$$

[0101] 在此,若将 $\Phi = \pi/2\text{rad}$ 、 $t = 1.0\text{mm}$ 这一先前的假定代入式 (9),则得到以下的式 (10)。

$$[0102] \quad P = \frac{2\sqrt{2}\sigma_d}{\pi r_d} \quad (10)$$

[0103] 若将式 (10) 代入式 (5),则关于应变测定机构 5 的适当的设置位置范围 r,得到以下的关系式 (11)。

$$[0104] \quad r < \frac{2\sqrt{2}\sigma_d}{\pi E \varepsilon_m} \quad (11)$$

[0105] 在此,假定为弹性模量 $E = 206\text{GPa}$ 、 $\varepsilon_m = 10\mu\varepsilon$,而且代入式 (8-1) ~ (8-3) 并进行整理,则式 (11) 变为以下的式 (12)。

$$[0106] \quad r < 0.08Y + 33.19 \quad (12)$$

[0107] 图 29 是用上述算出的关系式 (12) 进一步限定由式 (6) 确定的设置范围的例子。作为被加工材料 4,采用屈服应力 $Y = 840\text{MPa}$ (相当于抗拉强度为 1500MPa) 时,即使使用关系式 (6) 和 (12) 的任一个,应变测定机构 5 的设置位置范围都为 $10R$ 以下。可是,在采用屈服应力 $Y = 340\text{MPa}$ (相当于抗拉强度为 600MPa) 时,使用式 (12) 的情况下应变测定机构 5 的设置位置范围可限定为 $6R$ 以下。

[0108] 图 6 是设置于冲模 2 的应变测定机构 5 周边的放大图。应变测定机构 5 与图 5 的情形同样地,如图示那样设置于应变测定机构 5 的由阴影线所示的设置区域 6 的内部

且作为模具内部的区域。

[0109] 另外,优选应变测定机构位于:相比于通过测定对象模具的弯曲形状的端部并与模具内侧方向构成 45° 的面更靠曲率中心的一侧的区域(参照后述的图30和图32)。模具介由钢板而受到的应变,一般地在弯曲形状部变大,但从应变起点容易传递到与表面成 45° 以上的模具内侧的区域内部,难以传递到比 45° 靠外的一侧(表面侧)的区域。因此,通过在相比于通过弯曲形状的端部并与模具内侧方向构成 45° 的面更靠曲率中心的一侧的区域配置应变测定机构,能够以高灵敏度测定弯曲形状部的应变。

[0110] 另外,优选应变测定机构位于距测定对象模具的表面5mm以上的区域。原因是若在距模具表面5mm以内的区域配置应变测定机构,则应变测定机构附近的表面部分的强度不足,在该部分存在模具破损的可能性。

[0111] 其次,本发明的第3的实施方式所涉及的冲压成形装置的截面图示于图7和图8。图7为对于图1所记载的冲压成形装置追加了防皱模具3的构成,可进行单动的拉深成形。

[0112] 另外,图8为对于图2所记载的冲压成形装置追加了防皱模具3的构成,可进行双动的拉深成形。在图7和图8的构成中,与图4和图5同样地,通过在设定的设置区域设置应变测定机构5,能够得到同样的效果。

[0113] 其次,图9a以及9b是表示上述的应变测定机构5的具体的构成例的图。作为应变测定机构5的设置方法的一例有:如图9a的模式图所示,在冲模2上开出未贯通的切孔并切出阴螺纹,在切孔的底部装入图9b所示的应变传感器8,用销子施加轴力来压入的方法。此时,若作为应变传感器8使用压电元件传感器,则能够进行频率响应特性高的适合的测定。

[0114] 图30是对应变测定机构的优选的设置区域进行说明的图。如上述那样应变传感器等的应变测定机构配置于相比于材料流出侧的冲模肩R休止部更靠冲压方向的一侧,但如图30所示,在冲模2的冲模肩22压入作为应变测定机构的应变传感器8的场合,从冲模的强度上的观点出发,优选应变传感器8的测定点(端头)81的位置与冲模表面的面21之间的由箭头表示的冲压方向侧的距离D是为了应变传感器8而在冲模2上切出的切孔25的半径以上。因此例如即使冲模肩R为2mm,如果切孔的半径为4mm,则距离D也优选为4mm以上,进一步优选为5mm以上。

[0115] 另外,如图30所示,若将应变传感器8配置呈沿与冲压方向垂直的方向延伸,则也能够不怎么受冲压力的影响而检测被加工材料与冲模之间的摩擦力,因此是有利的。

[0116] 接着,对应变测定机构的优选的设置区域进行说明。已知通过冲压成形而产生的冲模2的弹性应变的分布随着冲模肩R变大而扩大。例如在将强度600MPa的被加工材料以防皱力3MPa进行冲压成形的场合,距曲率中心 $7 \sim 4R$ 的范围为弹性变形区域。但是,弹性变形区域与被加工材料的强度具有大致线形关系,例如如图31的实线曲线所示,在被认为一般的冲压加工的上限的强度1500MPa的高强度的被加工材料的场合,上述的弹性变形区域大约为 $10R$ 。更具体地说,弹性变形区域的范围是被加工材料的强度和冲模肩R的积乘以适当的系数而得到的值。

[0117] 另外,弹性变形区域也根据防皱载荷而变化,例如在防皱载荷为2MPa或者5MPa的场合,如图31的虚线曲线那样变化。由图31可知,防皱载荷的影响在被加工材料的强度低时较大,具有强度越高则该影响越小的倾向。例如在防皱载荷为5MPa时,如果被加工材料

的强度为 600MPa, 则弹性变形区域大约为从曲率中心起的 $7 \times R$ 以内, 但如果被加工材料的强度为 1500MPa, 则合适的弹性变形区域基本没有变化。从以上的情况来看, 应变测定机构设置区域 6 的优选的范围为从曲率中心起的最大 $10 \times R$ 以内, 根据被加工材料的强度以及防皱载荷而变化。

[0118] 而且发现, 如图 30 所示, 能够更高灵敏度地测定冲模 2 的弹性应变的区域是夹在面 (在图 30 中用线图示) 231 和 241 之间的区域, 所述面 231 和 241 是相对于冲模肩 R 休止部 23 以及 24 的各自的法线朝向离开弯曲部的方向倾斜 45 度的面。因此在图 30 的例子中, 带有阴影线的区域为最优选的应变传感器的测定点的设置区域。

[0119] 图 30 对凸形状的冲模肩 R 休止部进行了说明, 但如图 32 所示, 对于凹形状的冲模或者冲头的弯曲部分也可应用同样的考虑方式。但是, 在凹形状的场所, 曲率中心 $7'$ 位于测定对象物的外侧, 因此合适的应变测定机构的设置区域 $6'$, 在与图 30 的例子同样地将强度 600MPa 的被加工材料以防皱力 3MPa 进行冲压成形的场合, 为从曲率中心 $7'$ 看到到最大 $4R$ 的大约半球形状所表示的范围。在图 32 的例子中, 带有阴影线的区域为最优选的应变传感器的测定点的设置区域。

[0120] 另外, 如图 33 所示, 在凹或者凸形状的曲率相当大 (例如 $R = 100\text{mm}$ 以上) 的场合, 有时难以用一个应变传感器测定在两个 R 休止部 23、24 之间的冲模或者冲头的弹性应变。因此, 在这样的场合, 使用多个 (图示例中为两个) 应变传感器 8 是有效的。另外, 应变传感器的个数可适当选定, 但如图 33 所示, 各应变传感器的优选的检测范围, 大多处于从其端头旋转 ± 45 度的角度范围内, 例如可基于该检测范围确定个数。

[0121] 接着, 对于本发明所涉及的可判定成形品的成形异常的冲压成形方法使用图 10 进行说明。图 10 是表示由应变测定机构 8 进行的应变测定结果的曲线图。横轴为成形行程 S, 在被加工材料 4 的成形开始的时刻的压力机滑块位置为 S_{start} , 在到达成形下止点、被加工材料 4 的成形结束的時刻的压力机滑块位置位 S_{end} 。另外, 纵轴表示应变。在此, 应变用正的值表示压缩应变。

[0122] 图中的虚线 G1 和 G2 分别表示应变设定范围的上限和下限。在此, 对应变设定范围的上限和下限的确定方法进行说明。进行多次的冲压成形, 采取其中的成形品没有异常的冲压成形时的应变。将没有异常的冲压成形时的应变汇集 10 个以上, 将它们平均化而得到的应变作为用于判定成形异常的平均化应变。

[0123] 另外, 对于上述的多次的冲压成形, 采取成形品有异常的冲压成形时的应变, 将其中的大于平均化应变的应变汇集 10 个以上, 将它们平均化而得到的应变作为应变设定范围的上限。

[0124] 另外, 对于上述的多次的冲压成形, 采取成形品有异常的冲压成形时的应变, 将其中的低于平均化应变的应变汇集 10 个以上, 将它们平均化而得到的应变作为应变设定范围的下限。

[0125] 图 10 中作为例子图示出应变测定结果 (i)、应变测定结果 (ii)、应变测定结果 (iii) 这三项应变测定结果, 其中, 由于应变测定结果 (i) 在应变设定范围的范围内, 因此判定为成形没有问题。另一方面, 由于应变测定结果 (ii) 存在超过应变设定范围的上限的部分, 因此判定为成形异常。另外, 由于应变测定结果 (iii) 存在低于应变设定范围的下限的部分, 因此判定为成形异常。如以上那样判定冲压成形品的成形异

常。

[0126] 特别是在成形行程S为Send的50%以上的区域、即在成形的后半程中应变量测定结果存在低于应变量设定范围的下限的部分的场合((iii)的场合),判定为冲压成形品发生了裂纹或者颈缩。

[0127] 特别是在成形行程S为Send的50%以下的区域、即在成形前半程中应变量测定结果存在大于应变量设定范围的上限的部分的场合((ii)的场合),判定为冲压成形品发生了回弹或者流入量异常。

[0128] 特别是在成形行程S为Send的50%以上的区域、即在成形后半程中应变量测定结果存在大于应变量设定范围的上限的部分的场合,判定为冲压成形品发生了褶皱。

[0129] 接着,对于本发明所涉及的可判定模具异常的冲压成形方法使用图11进行说明。图11是与图10同样地表示应变量测定结果的曲线图。图中的虚线G3和G4分别表示应变量设定范围的上限和下限。

[0130] 在此,对于应变量设定范围的上限和下限的确定方法进行说明。与上述的可判定成形异常的冲压成形方法同样地进行多次的冲压成形,采取其中的模具没有异常的冲压成形时的应变量。将没有异常的冲压成形时的应变量汇集50个以上,将它们平均化而得到的应变量作为用于判定模具异常的平均化应变量。

[0131] 另外,对于上述的多次的冲压成形,采取模具具有异常的冲压成形时的应变量,将其中的大于平均化应变量的应变量汇集50个以上,将它们平均化而得到的应变量作为应变量设定范围的上限。

[0132] 另外,对于上述的多次的冲压成形,采取模具具有异常的冲压成形时的应变量,将其中的低于平均化应变量的应变量汇集50个以上,将它们平均化而得到的应变量作为应变量设定范围的下限。

[0133] 图11中作为例子图示出应变量测定结果(iv)、应变量测定结果(v)、应变量测定结果(vi)这三项应变量测定结果,其中,由于应变量测定结果(iv)在应变量设定范围的范围内,因此判定为模具没有问题。另一方面,由于应变量测定结果(v)存在超过应变量设定范围的上限的部分,因此判定为模具异常。另外,由于应变量测定结果(vi)存在低于应变量设定范围的下限的部分,因此判定为模具异常。如以上那样地判定冲压模具的异常。

[0134] 特别是在成形行程S为Send的50%以下的区域、即在成形前半程中应变量测定结果存在大于应变量设定范围的上限的部分的场合,判定为冲压模具发生了咬住。

[0135] 另外,如图10所示由于成形异常而导致应变量测定结果超过上限的场合(曲线(ii)),存在在从Sstart开始的第2个以后的极大点处超过上限的倾向,另一方面,如图11所示由于模具异常应变量测定结果超过上限的场合(曲线(v)),存在在从Sstart开始的最初(第一个)极大点处超过上限的倾向。因此由此可判别为成形异常和模具异常。

[0136] 实施例1

[0137] 以上述的发明为基础,作为本发明例1试制了图3所示的冲压成形装置,并进行了冲压成形。表1表示出作为被加工材料使用的钢板的特性。使用了板厚1.8mm、抗拉强度590MPa级的钢板。

[0138] 表1

[0139]

材料	屈服应力 [MPa]	抗拉强度 [MPa]	延伸率 [%]
钢板	379	608	35

[0140] 使用试制的冲压成形装置成形出的构件形状示于图 12。本构件是具有图 12 的截面图 A-A 所示的帽子状截面的构件,被设计为通过在纵壁部设置折曲部来对纵壁部赋予张力以降低纵壁部的形状不良。

[0141] 对于本成形而言,作为测定对象模具选定冲头和冲模这二者,如图 13 所示那样将一个应变测定机构 5 设置于冲头 1,将一个应变测定机构 5 设置于冲模 2,共计设置了两个。

[0142] 两个应变测定机构 5 都设置为在冲头 1 和冲模 2 处于成形下止点位置时位于相比于材料流出侧的冲模肩 R 休止部更靠由箭头表示的冲压方向的一侧。

[0143] 但是,冲头 1 在其表面具有的弯曲凸形状的曲率半径 R5 为 5mm,应变测定机构 5 设置于从该弯曲凸形状的曲率中心 7 沿冲压方向离开 -60mm 处的模具的内部。也就是说,应变测定机构 5 配置在从曲率中心 7 起的 $10 \times R$ 以内的区域的外侧。

[0144] 另外,冲模 2 在其表面具有的弯曲凸形状的曲率半径 R3 为 3mm,应变测定机构 5 设置于从该弯曲凸形状的曲率中心 7 沿冲压方向离开 +40mm 处的模具的内部。也就是说,应变测定机构 5 配置在从曲率中心 7 起的 $10 \times R$ 以内的区域的外侧。

[0145] 对于应变测定机构 5,开出图 9a 所示的在模具上未贯通的切孔,并切出阴螺纹,在切孔的底部装入图 9b 所示的应变传感器 8,并采用了使用销子施加轴力而压入的方法。

[0146] 作为应变传感器 8 使用了压电元件传感器。另外,该压电元件传感器测定的压缩和拉伸应变的方向与冲压方向相同。

[0147] 由如上述那样设置的应变测定机构 5 测定出的应变绘制成图 14 所示的曲线图。并且,根据是否处于图 14 中已经示出的用于判定模具异常的应变设定范围(夹在上限 G5 和下限 G6 之间的范围)或者用于判定成形异常的应变设定范围(夹在上限 G7 和下限 G8 之间的范围)来判定模具异常、成形异常。

[0148] 对于本成形构件而言,在被加工材料 4 的成形开始的时刻的行程为 0mm、在成形结束的时刻的行程为 105mm。另外,图示的用于判定成形异常的平均化应变 G9 是通过如下方法得到的,即,首先进行 100 次冲压成形,对于已确认成形品没有异常的 75 次冲压成形,将由应变测定机构 8 得到的应变平均从而得到。

[0149] 另外,对于上述的 100 次的冲压成形,采取成形品有异常的冲压成形时的应变,得到了其中的大于平均化应变的应变的数据 11 个,将它们平均化而得到的应变作为应变设定范围的上限 G7。应变设定范围的上限为与对于平均化应变 G9 在全行程范围加上 $100 \mu \epsilon$ 而得到的值大致相等的结果。

[0150] 另外,对于上述的 100 次冲压成形,采取成形品有异常的冲压成形时的应变,得到了其中的小于平均化应变 G9 的应变的数据 14 个,将它们平均化而得到的应变作为应变设定范围的下限 G8。应变设定范围的下限 G8 为与对于平均化应变 G9 在全行程范围加上 $80 \mu \epsilon$ 而得到的值大致相等的结果。

[0151] 另外,同样图示的用于判定模具异常的平均化应变 G10,是通过进行 1000 次冲压成形,对于已确认模具没有异常的 895 次冲压成形,将由应变测定机构 8 得到的应变

平均而得到的。

[0152] 另外,对于上述的 1000 次冲压成形,采取模具有异常的冲压成形时的应变变量,得到了其中的大于平均化应变变量 G10 的应变变量的数据 52 个,将它们平均化而得到的应变变量作为应变变量设定范围的上限 G5。应变变量设定范围的上限 G5 为与对于平均化应变变量 G10 在全行程范围加上 $250 \mu \varepsilon$ 而得到的值大致相等的结果。

[0153] 另外,对于上述的 1000 次冲压成形,采取模具品有异常的冲压成形时的应变变量,得到了其中的小于平均化应变变量 G10 的应变变量的数据 53 个,将它们平均化而得到的应变变量作为应变变量设定范围的下限 G6。应变变量设定范围的下限 G6 为与对于平均化应变变量 G10 在全行程范围减去 $200 \mu \varepsilon$ 而得到的值大致相等的结果。

[0154] 表 2 ~ 表 5 表示使用了作为本发明例 1 试制的冲压成形装置的冲压成形试验结果。

[0155]

表2

[表2]应变测定机构：设置于冲模	总生产 个数	无异常 个数	有异常 个数	制品异常内容				
				裂纹	褶皱	面应变	回弹	流入量 异常
制品检查结果	19471	18257	1214	231	14	0	598	371
利用应变测定机构判定	19471	18214	1257					
异常判定内容			1207					
			50					
			7					
异常率 (有异常的个数/总生产个数)		6.23%		1.19%	0.07%	0.00%	3.07%	1.91%
异常判定率 (普通判定个数/总生产个数)		6.20%						
异常过检出率 (过检出个数/总生产个数)		0.26%						
异常漏过率 (漏过个数/总生产个数)		0.04%						

[0156] 表 2 表示为了检测裂纹和回弹等的制品异常而进行的制品检查结果和利用由设置于冲模 2 的应变测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应变

量测定机构 5 判定异常率 6.23% 之中的异常判定率 6.20% 的异常。另外异常过检出率为 0.26%，异常漏过率为 0.04%。

[0157]

表3

[表 3] 应变量测定机构: 设置于冲头	总生产个数	无异常个数	有异常个数	制品异常内容				
				裂纹	褶皱	面应变	回弹	流入量异常
制品检查结果	19471	18370	1101	394	298	384	0	25
利用应变量测定机构判定	19471	18212	1259					
异常判定内容			1079					
普通判定 (制品检查结果和判定一致)								
过检出			180					
漏过			22					
异常率 (有异常的个数 / 总生产个数)		5.65%		2.02%	1.53%	1.97%	0.00%	0.13%
异常判定率 (普通判定个数 / 总生产个数)		5.54%						
异常过检出率 (过检出个数 / 总生产个数)		0.92%						
异常漏过率 (漏过个数 / 总生产个数)		0.11%						

[0158] 表 3 也与上述同样地表示为了检测裂纹和褶皱等的制品异常而进行的制品检查结果和利用由设置于冲头 1 的应变测定机构 5 得到的应变测定值进行的制品异常判定结果。能够利用应变测定机构 5 判定异常率 5.65% 之中的异常判定率 5.54% 的异常。另外, 异常检出率为 0.92%, 异常漏过率为 0.11%。

[0159]

表4

[表 4]应变量测定机构: 设置于冲模	总生产 个数	无异常 个数	有异常 个数	模具异常内容		
				模具裂纹	咬住	由异物咬入引起的损伤
模具检查结果	1523784	1523740	44	3	39	2
利用应变量测定机构判定	1523784	1523739	45			
异常判定内容			37			
普通判定 (模具检查结果和判定一致)			8			
过检出						
漏过			7			
异常率 [ppm] (有异常的个数 / 总生产个数)		28.9		2.0	25.6	1.3
异常判定率 [ppm] (普通判定个数 / 总生产个数)		24.3				
异常过检出率 [ppm] (过检出个数 / 总生产个数)		5.3				
异常漏过率 [ppm] (漏过个数 / 总生产个数)		4.6				

[0160] 表 4 表示为了检测模具裂纹和咬住等的模具异常而进行的模具检查结果和利用由设置于冲模 2 的应变量测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应

变量测定机构 5 判定异常率 28.9ppm 之中的异常判定率 24.3ppm 的异常。另外,异常过检出率为 5.3ppm,异常漏过率为 4.6ppm。

[0161]

表5

[表 5] 应变变量测定机构: 设置于冲头	总生产 个数	无异常 个数	有异常 个数	模具异常内容		
				模具裂纹	咬住	由异物咬入引 起的损伤
模具检查结果	1523784	1523734	50	3	2	45
利用应变变量测定机构判定	1523784	1523729	55			
异常判定内容			42			
普通判定 (模具检查结果和判定一致)			13			
过检出						
漏过			8			
异常率 [ppm] (有异常的个数 / 总生产个数)		32.8		2.0	1.3	29.5
异常判定率 [ppm] (普通判定个数 / 总生产个数)		27.6				
异常过检出率 [ppm] (过检出个数 / 总生产个数)		8.5				
异常漏过率 [ppm] (漏过个数 / 总生产个数)		5.3				

[0162] 表 5 表示为了检测模具裂纹和咬住等的模具异常而进行的模具检查结果和利用由设置于冲头 1 的应变测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应变测定机构 5 判定异常率 32.8ppm 之中的异常判定率 27.6ppm 的异常。另外,异常检出率为 8.5ppm,异常漏过率为 5.3ppm。

[0163] 由以上的结果认为,通过本发明的实施实现了制品异常的判定或者模具异常的判定。

[0164] 实施例 2

[0165] 以上述的发明为基础,作为本发明例 2 试制了图 4 或者图 5 所示的冲压成形装置,并进行了冲压成形。

[0166] 作为被加工材料使用的钢板的特性如表 1 所示。另外,使用试制的冲压成形装置成形出的构件形状如图 12 所示。

[0167] 对于本成形而言,作为测定对象模具,选定冲头和冲模这二者,如图 15 所示那样将一个应变测定机构 5 设置于冲头 1,将一个应变测定机构 5 设置于冲模 2,共计设置了两个。两个应变测定机构 5 都设置为在冲头和冲模处于成形下止点位置时位于相比于材料流出侧的冲模肩 R 休止部更靠由箭头表示的冲压方向的一侧。

[0168] 而且,对于应变测定机构 5,由于冲头 1 在其表面具有的弯曲凸形状的曲率半径 R5 为 5mm,因此如图示那样设置在从弯曲凸形状的曲率中心 7 起的半径 50mm 以内的区域内部并且作为模具内部的区域。另外,由于在冲模 2 的表面具有的弯曲凸形状的曲率半径 R3 为 3mm,因此如图示那样设置在从弯曲凸形状的曲率中心 7 起的半径 30mm 以内的区域内部并且作为模具内部的区域。

[0169] 对于应变测定机构 5,开出图 9a 所示的在模具上未贯通的切孔,并切出阴螺纹,在切孔的底部装入图 9b 所示的应变传感器 8,并采用了使用销子施加轴力而压入的方法。

[0170] 作为应变传感器 8 使用了压电元件传感器。另外,该压电元件传感器测定的压缩和拉伸应变的方向与冲压方向相同。

[0171] 由如上述那样设置的应变测定机构 5 测定出的应变量绘制成图 16 所示的曲线图。并且,根据是否处于图 16 中已经示出的用于判定模具异常的应变设定范围(夹在上限 G11 和下限 G12 之间的范围)或者用于判定成形异常的应变设定范围(夹在上限 G13 和下限 G14 之间的范围)来判定模具异常、成形异常。

[0172] 图 16 所示的用于判定成形异常的平均化应变 G15 及其应变设定范围、或者用于判定模具异常的平均化应变 G16 及其应变设定范围的确定方法采用与实施例 1 相同的方法进行。

[0173] 表 6 ~ 表 9 表示使用了作为本发明例 2 试制的冲压成形装置的冲压成形试验结果。

[0174]

表6

[表 6]应变量测定机构: 设置于冲模	总生产 个数	无异常 个数	有异常 个数	制品异常内容				
				裂纹	褶皱	面应变	回弹	流入量 异常
制品检查结果	19471	18257	1214	231	14	0	598	371
利用应变量测定机构判定	19471	18252	1219					
异常判定内容			1214					
			5					
			0					
异常率 (有异常的个数 / 总生产个数)		6.23%		1.19%	0.07%	0.00%	3.07%	1.91%
异常判定率 (普通判定个数 / 总生产个数)		6.23%						
异常过检出率 (过检出个数 / 总生产个数)		0.03%						
异常漏过率 (漏过个数 / 总生产个数)		0.00%						

[0175] 表 6 表示为了检测裂纹和回弹等的制品异常而进行的制品检查结果和利用由设置于冲模 2 的应变量测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应变量

测定机构 5 判定异常率 6.23% 之中异常判定率 6.23% 这一全部的制品异常。另外, 异常过检出率为 0.03%, 异常漏过率为 0.00%, 得到了比本发明例 1 良好的结果。

[0176]

表7

[表7] 应变量测定机构: 设置于冲头	总生产个数	无异常个数	有异常个数	制品异常内容				
				裂纹	褶皱	面应变	回弹	流入量异常
制品检查结果	19471	18370	1101	394	298	384	0	25
利用应变量测定机构判定	19471	18362	1109					
异常判定内容			1101					
			8					
			0					
异常率 (有异常的个数 / 总生产个数)		5.65%		2.02%	1.53%	1.97%	0.00%	0.13%
异常判定率 (普通判定个数 / 总生产个数)		5.65%						
异常过检出率 (过检出个数 / 总生产个数)		0.04%						
异常漏过率 (漏过个数 / 总生产个数)		0.00%						

[0177] 表 7 也与上述同样地表示为了检测裂纹和褶皱等的制品异常而进行的制品检查结果和利用由设置于冲头 1 的应变测定机构 5 得到的应变值进行的制品异常判定结果。能够利用应变测定机构 5 判定异常率 5.65% 之中的异常判定率 5.65% 这一全部的制品异常。另外异常检出率为 0.04%，异常漏过率为 0.00%，得到了比本发明例 1 良好的结果。

[0178]

表8

[表8]应变量测定机构: 设置于冲模	总生产 个数	无异常 个数	有异常 个数	模具异常内容		
				模具裂纹	咬住	由异物咬入引 起的损伤
模具检查结果	1523784	1523740	44	3	39	2
利用应变量测定机构判定	1523784	1523740	44			
异常判定内容			44			
			0			
			0			
异常率 [ppm] (有异常的个数 / 总生产个数)		28.9		2.0	25.6	1.3
异常判定率 [ppm] (普通判定个数 / 总生产个数)		28.9				
异常过检出率 [ppm] (过检出个数 / 总生产个数)		0.0				
异常漏过率 [ppm] (漏过个数 / 总生产个数)		0.0				

[0179] 表8表示为了检测模具裂纹和咬住等的模具异常而进行的模具检查结果和利用由设置于冲模2的应变量测定机构5得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应

变量测定机构 5 判定异常率 28.9ppm 之中异常判定率 28.9ppm 这一全部的模具异常。另外异常过检出率为 0.0ppm, 异常漏过率为 0.0ppm, 得到了比本发明例 1 良好的结果。

[0180]

表9

[表 9] 应变量测定机构: 设置于冲头	总生产个数	无异常个数	有异常个数	模具异常内容		
				模具裂纹	咬住	由异物咬入引起的损伤
模具检查结果	1523784	1523734	50	3	2	45
利用应变量测定机构判定	1523784	1523734	50			
异常判定内容						
			0			
			0			
异常率 [ppm]		32.8		2.0	1.3	29.5
异常判定率 [ppm]		32.8				
异常过检出率 [ppm]		0.0				
异常漏过率 [ppm]		0.0				

[0181] 表 9 表示为了检测模具裂纹和咬住等的模具异常而进行的模具检查结果和利用由设置于冲头 1 的应变测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应变测定机构 5 判定异常率 32.8ppm 之中的异常判定率 32.8ppm 这一全部的模具异常。另外异常检出率为 0.0ppm, 异常漏过率为 0.0ppm, 得到了比发明例 1 良好的结果。

[0182] 由以上的结果认为, 根据本发明, 实现了高精度的制品异常判定或者模具异常判定。即, 通过在从弯曲凸形状的曲率中心 7 起的 $10 \times R$ 以内的区域配置应变测定机构 5, 相比于发明例 1 可更提高制品异常的判定或者模具异常的判定的精度。

[0183] 实施例 3

[0184] 以上述的发明为基础, 作为本发明例 3 试制了图 7 所示的冲压成形装置, 并进行了冲压成形。表 10 表示作为被加工材料使用的钢板的特性。使用了板厚 0.8mm、抗拉强度 270MPa 级的钢板。

[0185] 表 10

[0186]

材料	屈服应力 [MPa]	抗拉强度 [MPa]	延伸率 [%]
钢板	129	308	52

[0187] 使用试制的冲压成形装置成形出的构件形状如图 17 所示。本构件在如图 17 的截面图 A-A 所示的冲模纵壁部和冲头底部分别具有 R3、R5 的特征形状。

[0188] 对于本成形而言, 作为测定对象模具, 选定冲头和冲模这两者, 如图 18 所示那样将一个应变测定机构 5 设置于冲头 1, 将一个应变测定机构 5 设置于冲模 2, 共计设置了两个。

[0189] 两个应变测定机构 5 都设置为在冲头和冲模处于成形下止点位置时位于相比于材料流出侧的冲模肩 R 休止部更靠由箭头表示的冲压方向的一侧。

[0190] 但是, 冲头 1 在其表面具有的弯曲凸形状的曲率半径 R5 为 5mm, 应变测定机构 5 设置于从该弯曲凸形状的曲率中心 7 沿冲压方向离开 -60mm 处的模具的内部。也就是说, 应变测定机构 5 配置于从曲率中心 7 起的 $10 \times R$ 以内的区域的外侧。

[0191] 另外, 冲模 2 在其表面具有的弯曲凸形状的曲率半径 R3 为 3mm, 应变测定机构 5 设置在从该弯曲凸形状的曲率中心 7 沿冲压方向离开 +40mm 处的模具的内部。也就是说, 应变测定机构 5 设置在从曲率中心 7 起的沿冲压方向 $10 \times R$ 以内的区域的外侧。

[0192] 对于应变测定机构 5, 开出图 9a 所示的在模具上未贯通的切孔, 并切出阴螺纹, 在切孔的底部装入图 9b 所示的应变传感器 8, 并采用了使用销子施加轴力而压入的方法。

[0193] 作为应变传感器 8, 使用了压电元件传感器。另外, 该压电元件传感器测定的压缩和拉伸应变的方向与冲压方向相同。

[0194] 由上述那样设置的应变测定机构 5 测定的应变量绘图成为图 19 所示的曲线图。并且, 根据是否处于图 19 中已经示出的用于判定模具异常的应变设定范围 (夹在上限 G17 和下限 G18 之间的范围) 或者用于判定成形异常的应变设定范围 (夹在上限 G19 和下限 G20 之间的范围) 来判定模具异常、成形异常。

[0195] 图 19 所示的用于判定成形异常的平均化应变 G21 及其应变设定范围或者用于判定模具异常的平均化应变 G22 及其应变设定范围的确定方法采用与实施例 1 相同

的方法进行。

[0196] 表 11 ~ 表 14 表示使用了作为本发明例 3 试制的冲压成形装置的冲压成形试验结果。

[0197]

表11

[表 11] 应变量测定机构：设置于冲模	总生产个数	无异常个数	有异常个数	制品异常内容				
				裂纹	褶皱	面应变	回弹	流入量异常
制品检查结果	22780	21589	1191	574	12	0	280	325
利用应变量测定机构判定	22780	21511	1269					
异常判定内容			1181					
			88					
			10					
异常率（有异常的个数 / 总生产个数）		5.23%		2.52%	0.05%	0.00%	1.23%	1.43%
异常判定率（普通判定个数 / 总生产个数）		5.18%						
异常过检出率（过检出个数 / 总生产个数）		0.39%						
异常漏过率（漏过个数 / 总生产个数）		0.04%						

[0198] 表 11 表示为了检测裂纹和回弹等的制品异常而进行的制品检查结果和利用由设置于冲模 2 的应变量测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应变

量测定机构 5 判定异常率 5.23% 之中的异常判定率 5.18% 的异常。另外异常过检出率为 0.39%，异常漏过率为 0.04%。

[0199]

表12

[表 12] 应变量测定机构：设置于冲头	总生产 个数	无异常 个数	有异常 个数	制品异常内容				
				裂纹	褶皱	面应变	回弹	流入量 异常
制品检查结果	22780	21697	1083	365	287	412	0	19
利用应变量测定机构判定	22780	21606	1174					
异常判定内容			1074					
			100					
			9					
异常率 (有异常的个数 / 总生产个数)		4.75%		1.60%	1.26%	1.81%	0.00%	0.08%
异常判定率 (普通判定个数 / 总生产个数)		4.71%						
异常过检出率 (过检出个数 / 总生产个数)		0.44%						
异常漏过率 (漏过个数 / 总生产个数)		0.04%						

[0200] 表 12 也与上述同样地表示为了检测裂纹和褶皱等的制品异常而进行的制品检查结果和利用由设置于冲头 1 的应变测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应变测定机构 5 判定异常率 4.75% 之中的异常判定率 4.71% 的异常。另外, 异常过检出率为 0.44%, 异常漏过率为 0.04%。

[0201]

表13

[表 13]应变量测定机构: 设置于冲模	总生产个数	无异常个数	有异常个数	模具异常内容		
				模具裂纹	咬住	由异物咬入引起的损伤
模具检查结果	2110077	2110043	34	1	14	19
利用应变量测定机构判定	2110077	2110026	51			
异常判定内容			28			
			23			
			6			
异常率 [ppm]		16.1		0.5	6.6	9.0
异常判定率 [ppm]		13.3				
异常过检出率 [ppm]		10.9				
异常漏过率 [ppm]		2.8				

[0202] 表 13 表示为了检测模具裂纹和咬住等的模具异常而进行的模具检查结果和利用由设置于冲模 2 的应变量测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应

变量测定机构 5 判定异常率 16.1ppm 之中的异常判定率 13.3ppm 的异常。另外异常过检出率为 10.9ppm, 异常漏过率为 2.8ppm。

[0203]

表14

[表 14] 应变量测定机构: 设置于冲头	总生产 个数	无异常 个数	有异常 个数	模具异常内容		
				模具裂纹	咬住	由异物咬入引起的 损伤
模具检查结果	2110077	2109997	80	1	1	78
利用应变量测定机构判定	2110077	2109982	95			
异常判定内容			69			
			26			
			11			
异常率 [ppm]	(有异常的个数 / 总生产个数)	37.9		0.5	0.5	37.0
异常判定率 [ppm]	(普通判定个数 / 总生产个数)	32.7				
异常过检出率 [ppm]	(过检出个数 / 总生产个数)	12.3				
异常漏过率 [ppm]	(漏过个数 / 总生产个数)	5.2				

[0204] 表 14 表示为了检测模具裂纹和咬住等的模具异常而进行的模具检查结果、和利用由设置于冲头 1 的应变测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应变测定机构 5 判定异常率 37.9ppm 之中的异常判定率 32.7ppm 的异常。另外异常检出率为 12.3ppm, 异常漏过率为 5.2ppm。

[0205] 由以上的结果认为, 通过本发明的实施实现了制品异常的判定或者模具异常的判定。

[0206] 实施例 4

[0207] 以上述的发明为基础, 作为本发明例 4 试制了图 7 所示的冲压成形装置, 并进行了冲压成形。作为被加工材料使用的钢板的特性如表 10 所示。另外, 使用试制出的冲压成形装置成形出的构件形状如图 17 所示。

[0208] 对于本成形而言, 作为测定对象模具, 选定冲头和冲模这二者, 如图 20 所示那样将一个应变测定机构 5 设置于冲头 1, 将一个应变测定机构 5 设置于冲模 2, 共计设置了两个。两个应变测定机构 5 都设置为在冲头和冲模处于成形下止点位置时位于相比于材料流出侧的冲模肩 R 休止部更靠由箭头表示的冲压方向的一侧。

[0209] 而且, 关于应变测定机构 5, 由于冲头 1 在其表面具有的弯曲凸形状的曲率半径 R5 为 5mm, 因此如图示那样设置于从弯曲凸形状的曲率中心 7 起的半径 50mm 以内的区域内部且作为模具内部的区域。

[0210] 另外, 由于在冲模 2 的表面具有的弯曲凸形状的曲率半径 R3 为 3mm, 因此如图示那样设置在从弯曲凸形状的曲率中心 7 起的半径 30mm 以内的区域内部且作为模具内部的区域。

[0211] 对于应变测定机构 5, 开出图 9a 所示的在模具上未贯通的切孔, 并切出阴螺纹, 在切孔的底部装入图 9b 所示的应变传感器 8, 并采用了使用销子施加轴力而压入的方法。

[0212] 作为应变传感器 8 使用了压电元件传感器。另外, 该压电元件传感器测定的压缩和拉伸应变的方向与冲压方向相同。

[0213] 由如上述那样设置的应变测定机构 5 测定的应变量绘制成图 21 所示的曲线图。并且, 根据是否处于图 21 中已经示出的用于判定模具异常的应变设定范围 (夹在上限 G23 和下限 G24 之间的范围) 或者用于判定成形异常的应变设定范围 (夹在上限 G25 和下限 G26 之间的范围) 来判定了模具异常、成形异常。

[0214] 图 21 所示的用于判定成形异常的平均化应变 G27 及其应变设定范围或者用于判定模具异常的平均化应变 G28 及其应变设定范围的确定方法采用与实施例 1 相同的方法进行。

[0215] 表 15 ~ 表 18 表示使用了作为本发明例 3 试制的冲压成形装置的冲压成形试验结果。

[0216]

表15

[表 15]应变测量测定机构：设置于冲模	总生产个数	无异常个数	有异常个数	制品异常内容				
				裂纹	褶皱	面应变	回弹	流入量异常
制品检查结果	22780	21589	1191	574	12	0	280	325
利用应变测量测定机构判定	22780	21580	1200					
异常判定内容			1191					
普通判定(制品检查结果和判定一致)			9					
过检出			0					
漏过								
异常率 (有异常的个数/总生产个数)		5.23%		2.52%	0.05%	0.00%	1.23%	1.43%
异常判定率 (普通判定个数/总生产个数)		5.23%						
异常过检出率 (过检出个数/总生产个数)		0.04%						
异常漏过率 (漏过个数/总生产个数)		0.00%						

[0217] 表 15 表示为了检测裂纹和回弹等的制品异常而进行的制品检查结果、和利用由设置于冲模 2 的应变测量测定机构 5 得到的应变测量进行的制品异常判定结果。能够利用应变

量测定机构 5 判定异常率 5.23% 之中的异常判定率 5.23% 这一全部的异常。另外异常过检出率为 0.04%，异常漏过率为 0.00%，得到了比实施例 3 良好的结果。

[0218]

表16

[表 16] 应变测定机构：设置于冲头	总生产 个数	无异常 个数	有异常 个数	制品异常内容				
				裂纹	褶皱	面 应变	回弹	流入量 异常
制品检查结果	22780	21697	1083	365	287	412	0	19
利用应变测定机构判定	22780	21684	1096					
异常判定内容			1083					
普通判定 (制品检查结果和判定一致)								
过检出			13					
漏过			0					
异常率 (有异常的个数 / 总生产个数)		4.75%		1.60%	1.26%	1.81%	0.00%	0.08%
异常判定率 (普通判定个数 / 总生产个数)		4.75%						
异常过检出率 (过检出个数 / 总生产个数)		0.06%						
异常漏过率 (漏过个数 / 总生产个数)		0.00%						

[0219] 表 16 也与上述同样地表示为检测裂纹和褶皱等的制品异常而进行的制品检查结果、和利用由设置于冲头 1 的应变测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应变测定机构 5 判定异常率 4.75%之中的异常判定率 4.75%这一全部的异常。另外异常过检出率为 0.06%，异常漏过率为 0.00%，得到了比实施例 3 良好的结果。

[0220]

表17

[表 17]应变量测定机构: 设置于冲模	总生产 个数	无异常 个数	有异常 个数	模具异常内容		
				模具裂纹	咬住	由异物咬入引 起的损伤
模具检查结果	2110077	2110043	34	1	14	19
利用应变量测定机构判定	2110077	2110042	35			
异常判定内容			34			
			1			
			0			
异常率 [ppm] (有异常的个数 / 总生产个数)		16.1		0.5	6.6	9.0
异常判定率 [ppm] (普通判定个数 / 总生产个数)		16.1				
异常过检出率 [ppm] (过检出个数 / 总生产个数)		0.5				
异常漏过率 [ppm] (漏过个数 / 总生产个数)		0.0				

[0221] 表 17 表示为检测模具裂纹和咬住等的模具异常而进行的模具检查结果和利用由设置于冲模 2 的应变量测定机构 5 得到的应变量进行的制品异常判定结果。能够利用应变

量测定机构 5 判定异常率 16.1ppm 之中的异常判定率 16.1ppm 的异常。另外,异常过检出率为 0.5ppm,异常漏过率为 0.0ppm,得到了比实施例 3 良好的结果。

[0222]

表18

[表 18]应变变量测定机构: 设置于冲头	总生产 个数	无异常 个数	有异常 个数	模具异常内容		
				模具裂纹	咬住	由异物咬入引 起的损伤
模具检查结果	2110077	2109997	80	1	1	78
利用应变变量测定机构判定	2110077	2109997	80			
异常判定内容			80			
			0			
			0			
异常率 [ppm] (有异常的个数 / 总生产个数)		37.9		0.5	0.5	37.0
异常判定率 [ppm] (普通判定个数 / 总生产个数)		37.9				
异常过检出率 [ppm] (过检出个数 / 总生产个数)		0.0				
异常漏过率 [ppm] (漏过个数 / 总生产个数)		0.0				

[0223] 表 18 示出了为检测模具裂纹和咬住等的模具异常而进行的模具检查结果、和根据利用设置于冲头 1 的应变测定机构 5 得到的应变量得到的制品异常判定结果。可利用应变测定机构 5 判定异常率 37.9ppm 之中的异常判定率 37.9ppm 的异常。另外异常检出率为 0.0ppm, 异常漏过率为 0.0ppm, 得到了比实施例 3 良好的结果。

[0224] 由以上的结果认为, 通过本发明的实施, 实现了制品异常的判定或者模具异常的高精度的判定。即通过在从弯曲凸形状的曲率中心 7 起的 $10 \times R$ 以内的区域配置应变测定机构 5, 相比于实施例 3 可更提高制品异常的判定或者模具异常的判定精度。

[0225] 参照为说明而选定的特定的实施方式说明了本发明, 但已明确的是本领域技术人员可不脱离本发明的基本的概念以及范围而进行多种的变更。

[0226] 本发明中表示数值范围的“以上”和“以下”均包括本数。

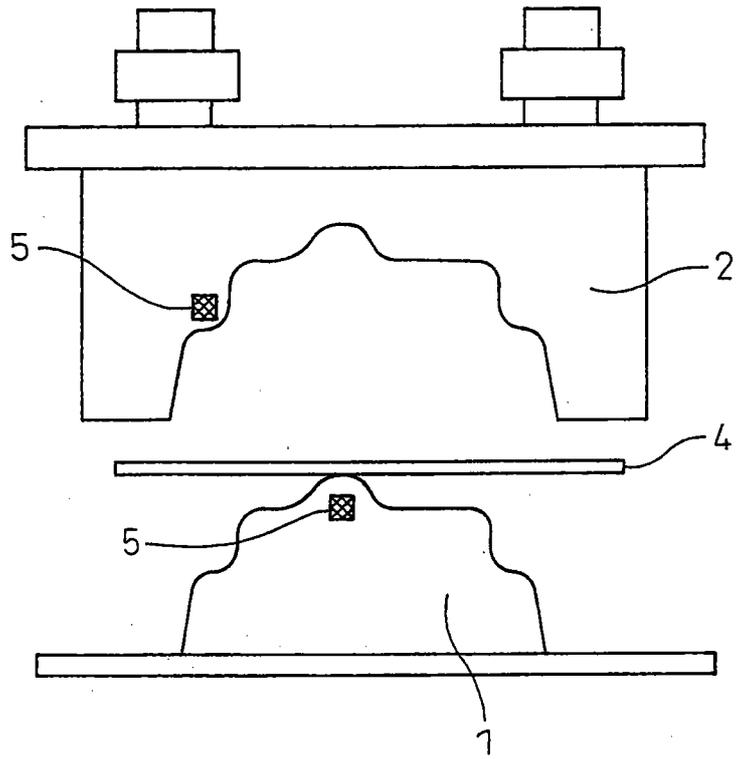


图 1

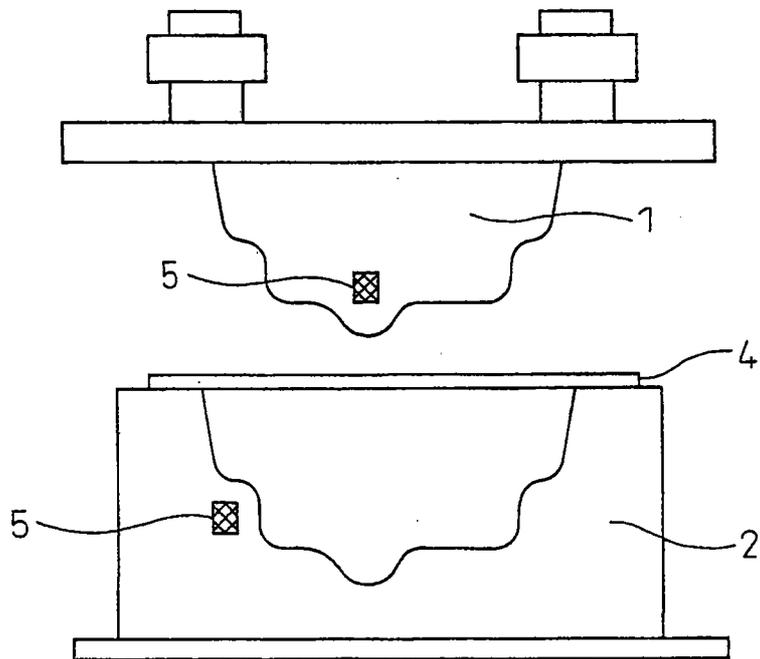


图 2

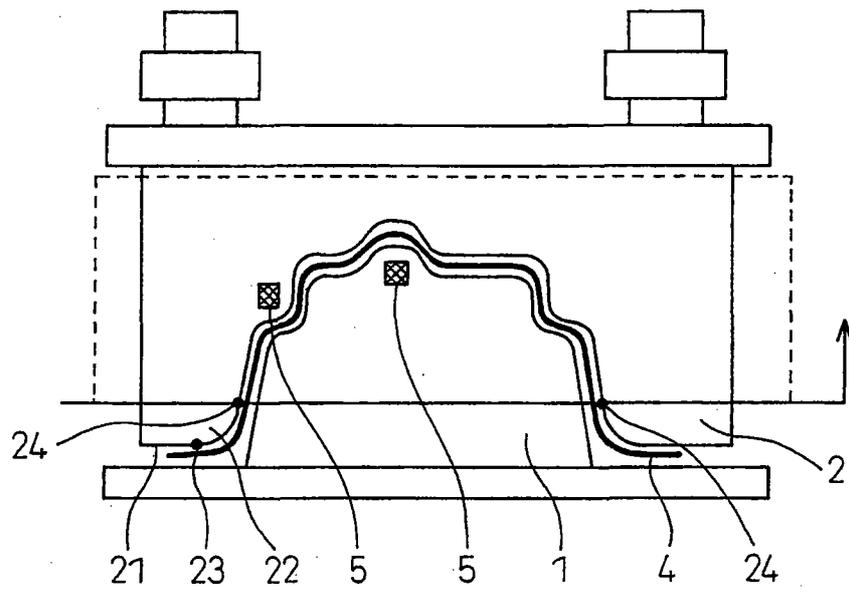


图 3

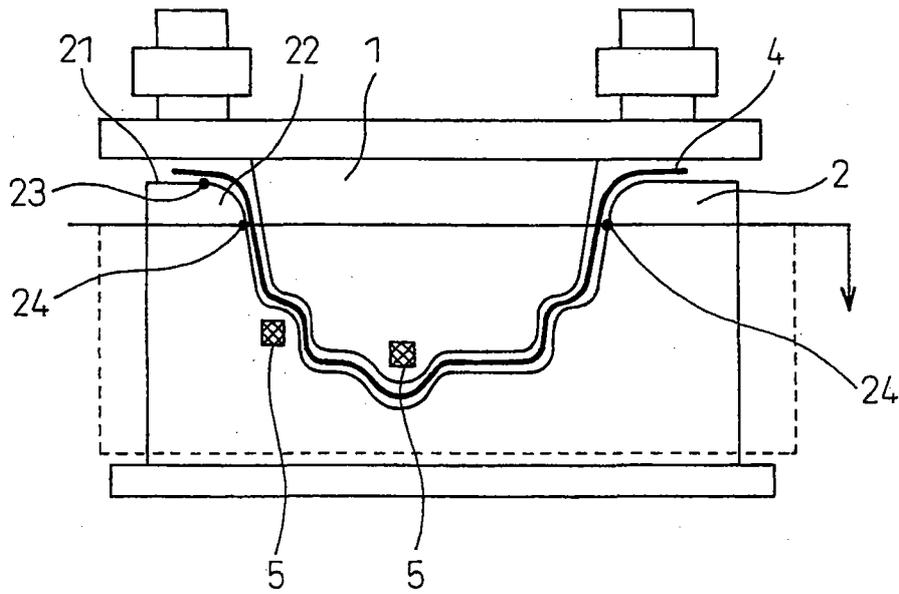


图 4

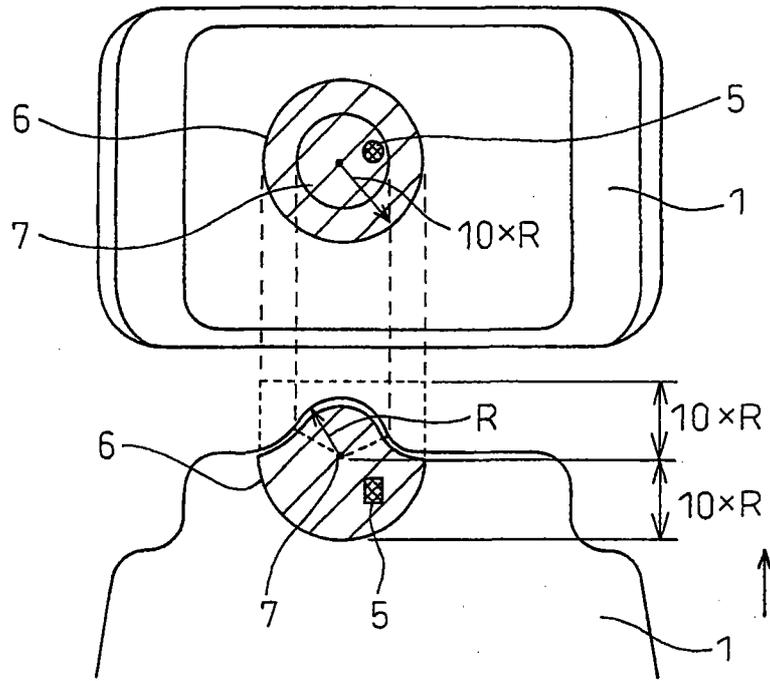


图 5

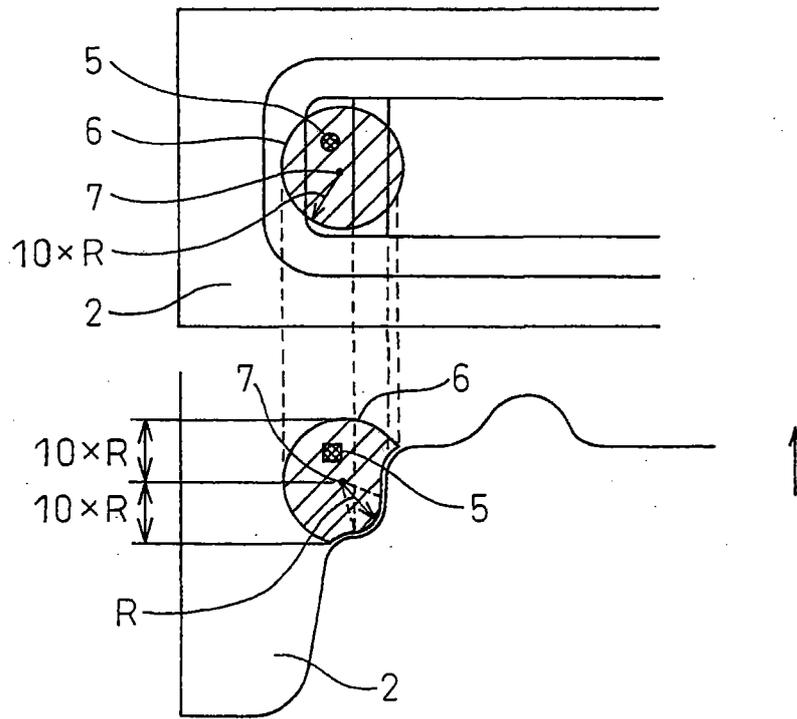


图 6

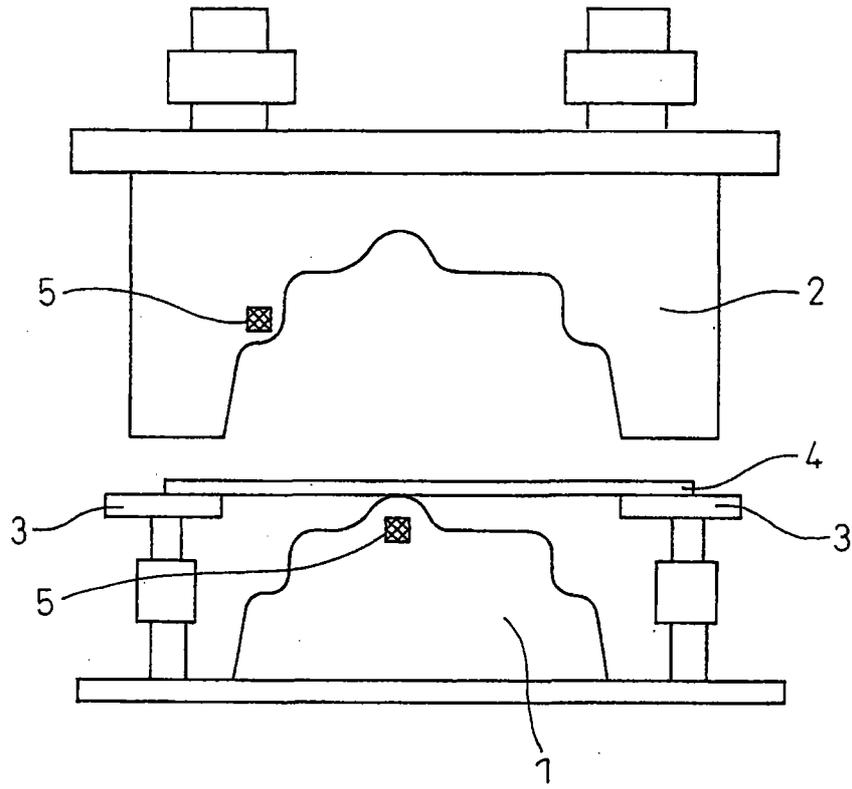


图 7

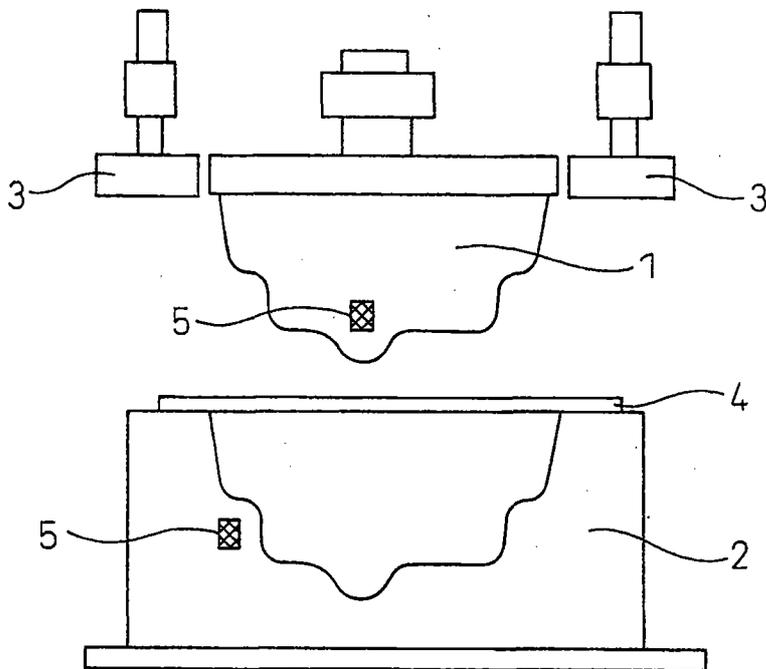


图 8

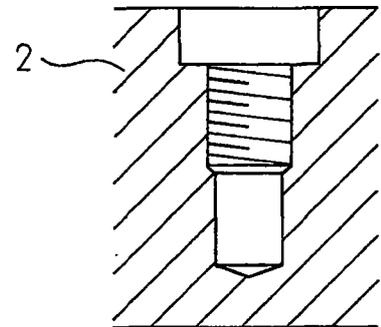


图 9a

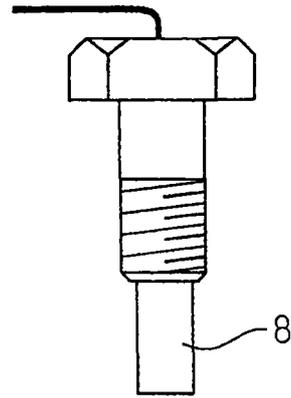


图 9b

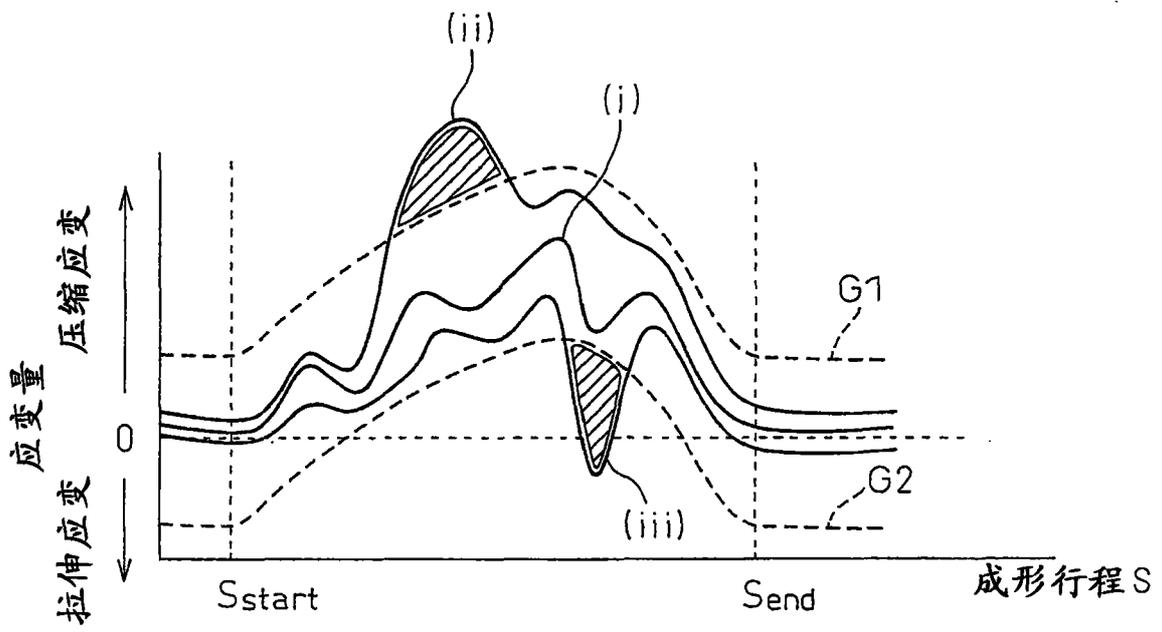


图 10

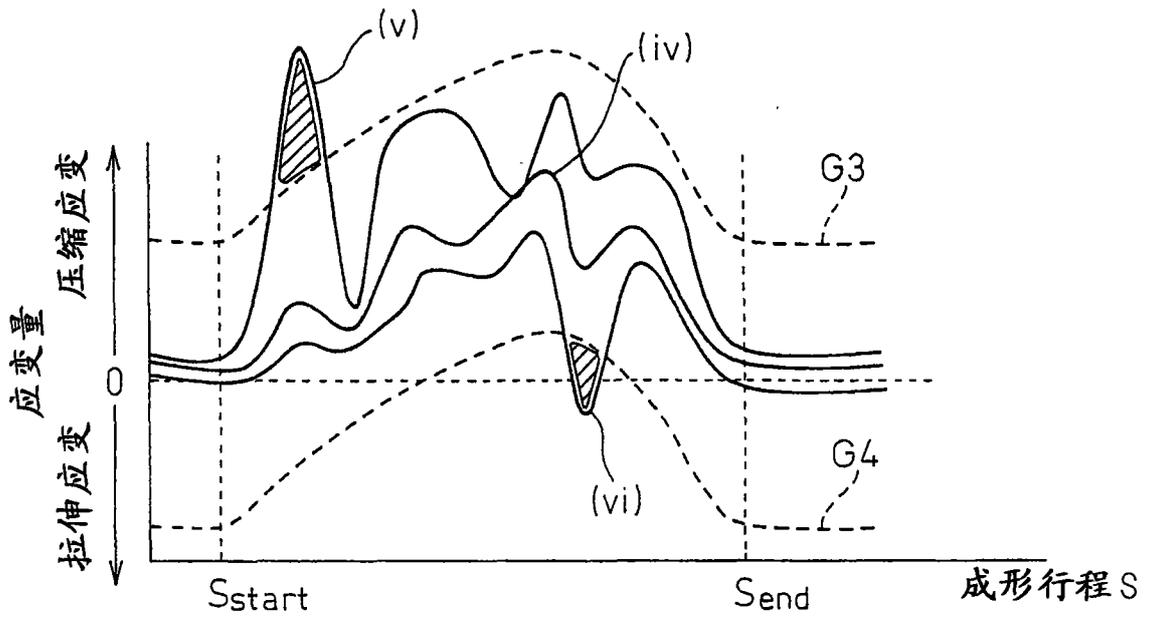


图 11

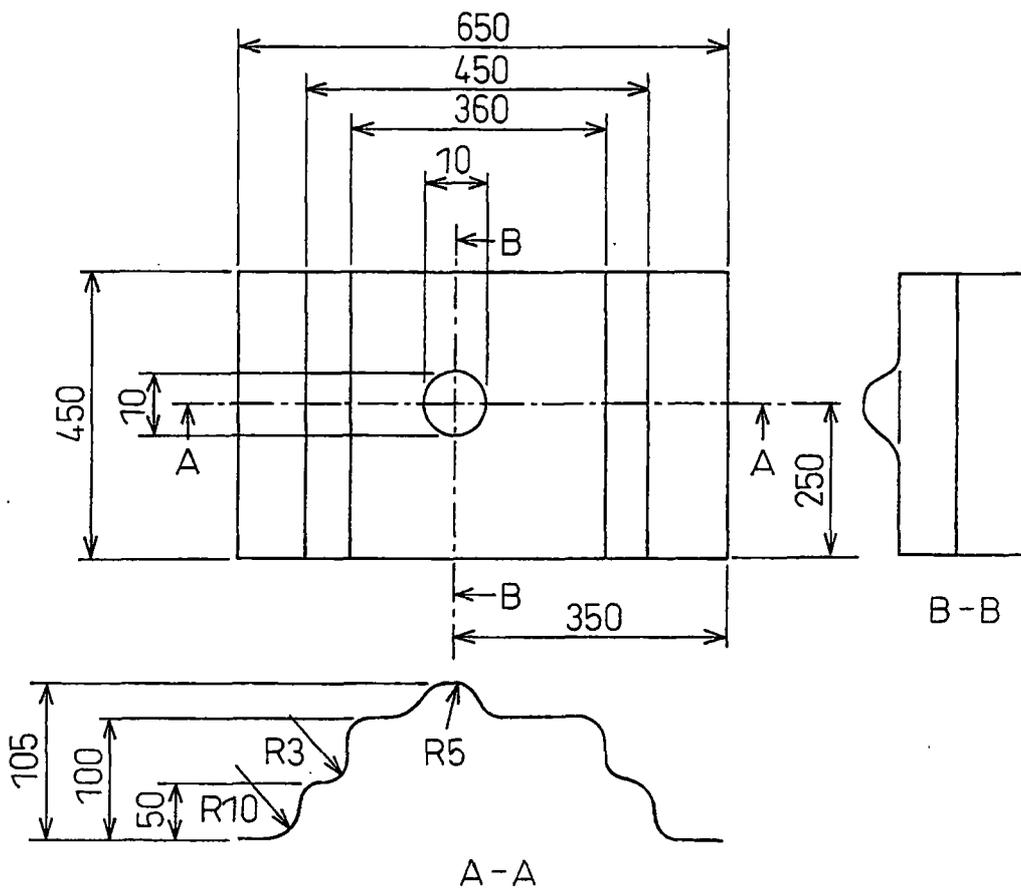


图 12

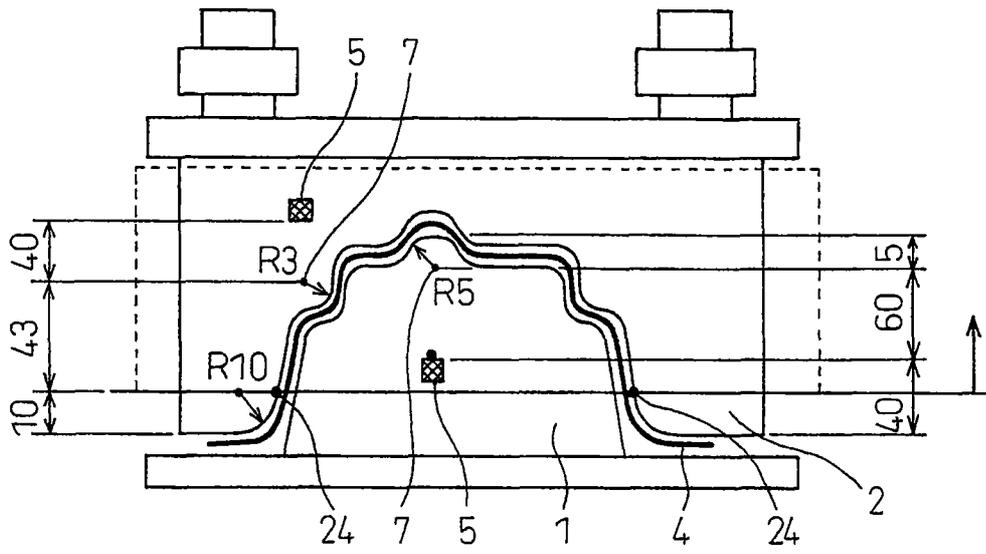


图 13

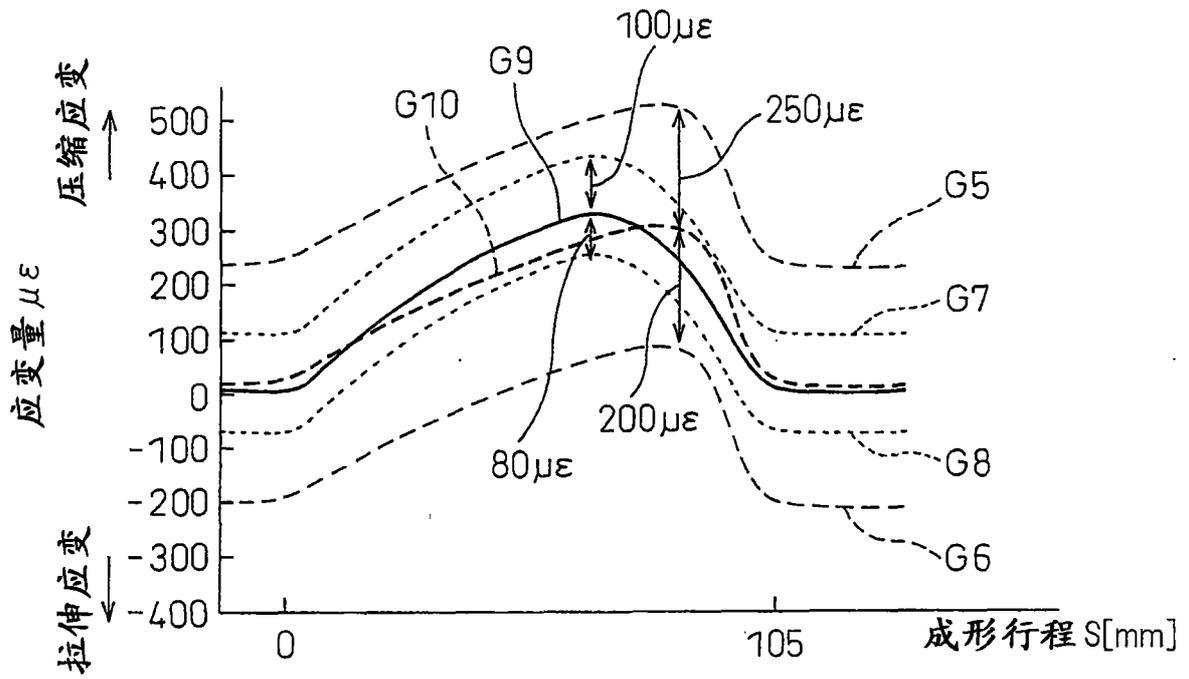


图 14

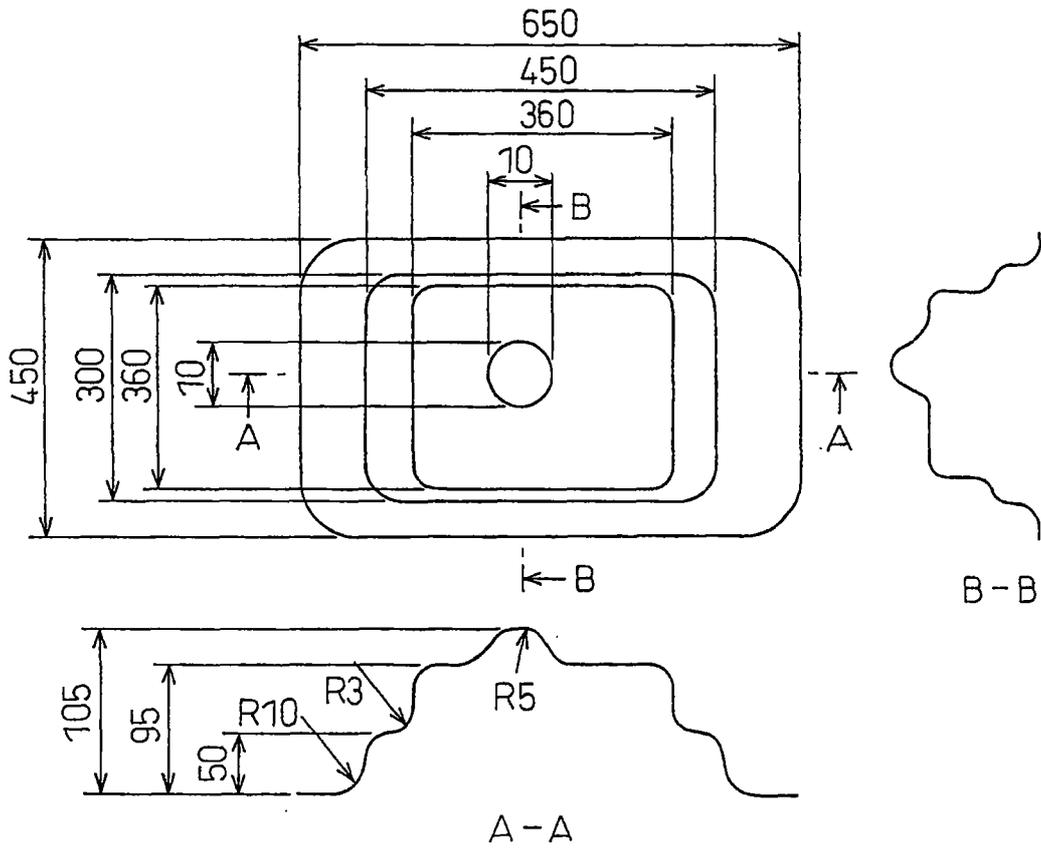


图 17

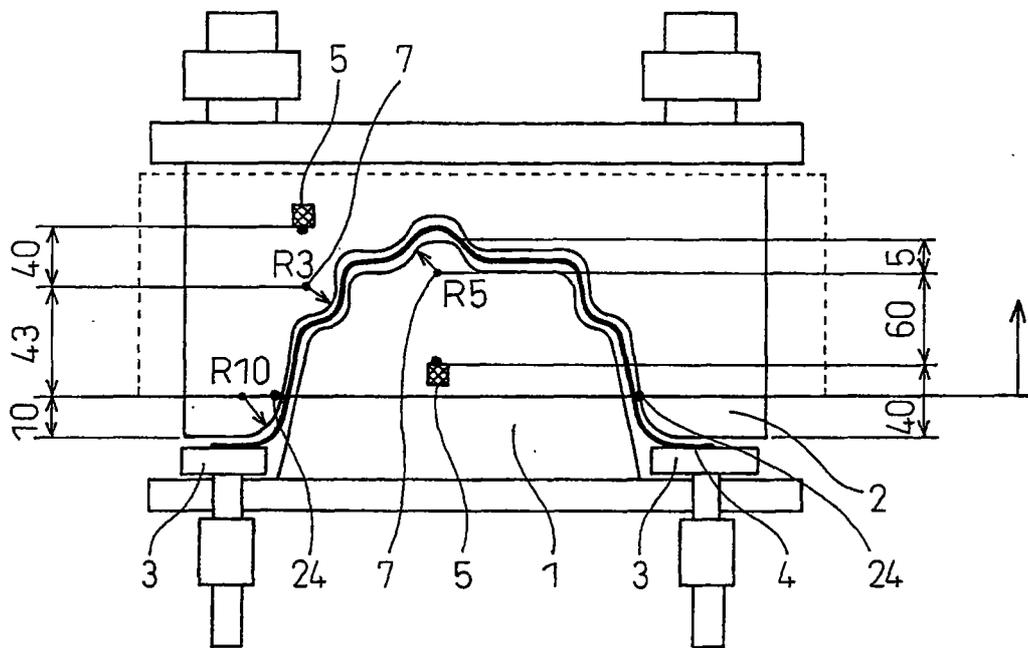


图 18

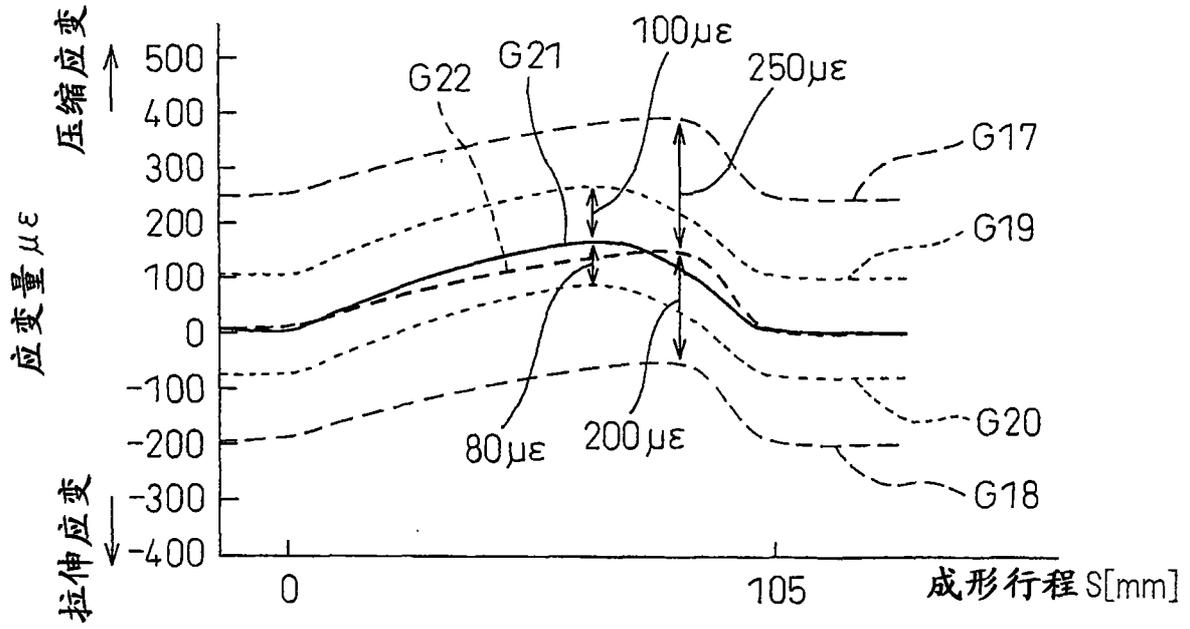


图 19

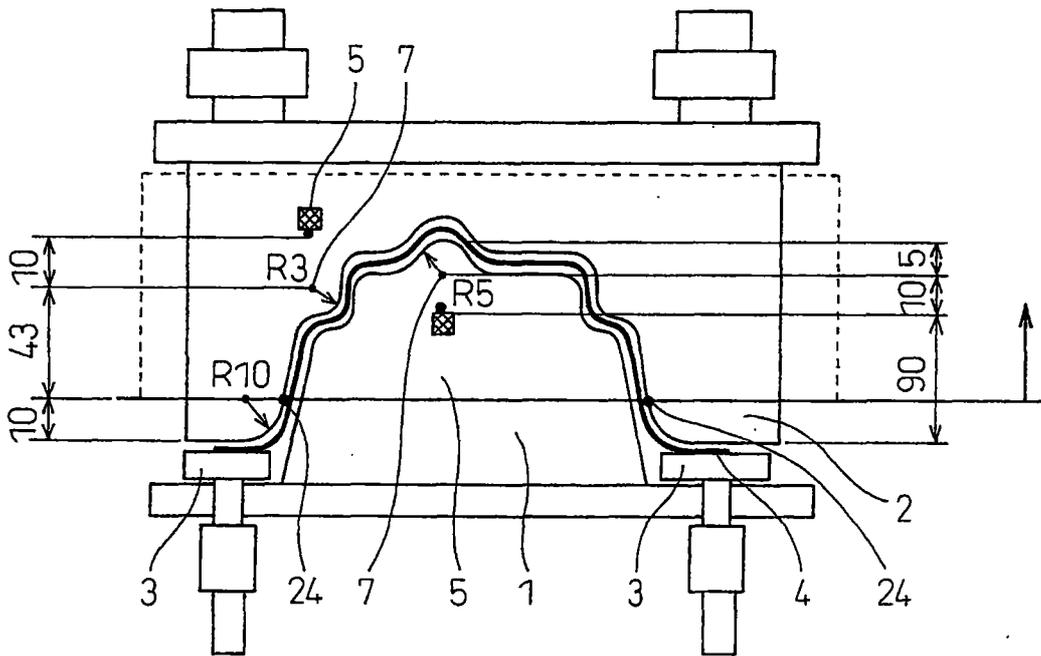


图 20

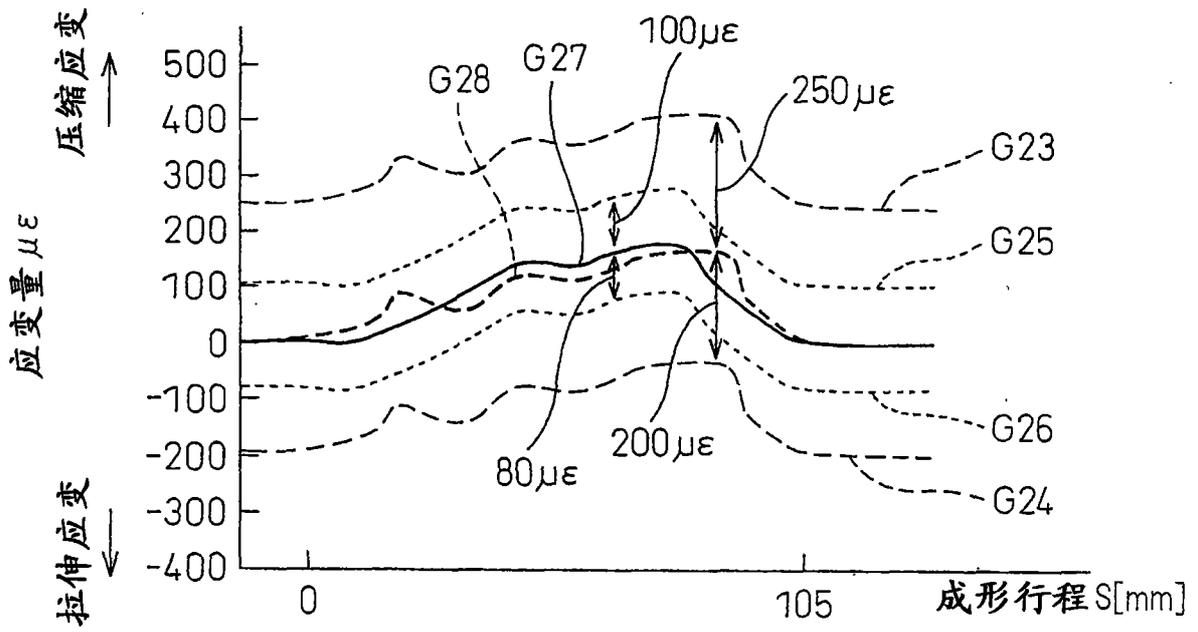


图 21

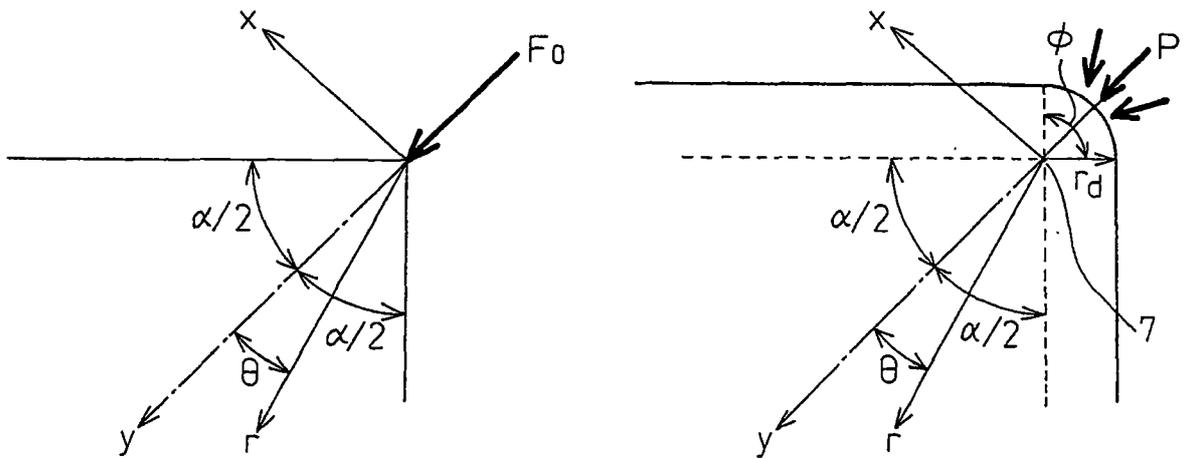


图 22

图 23

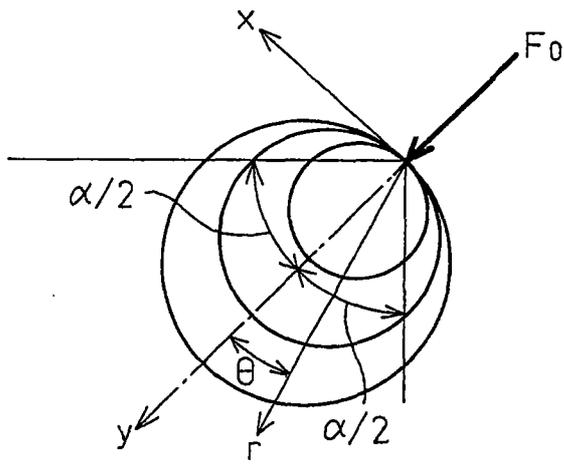


图 24

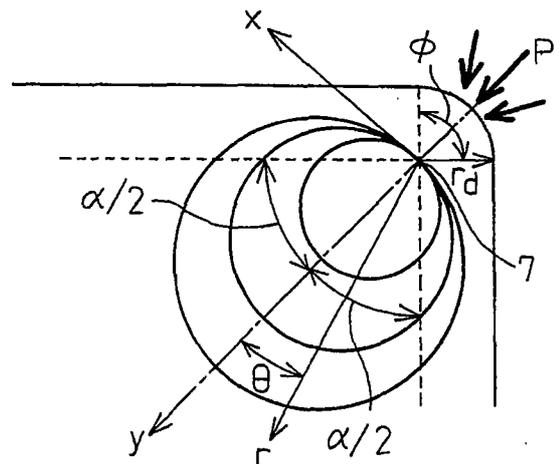


图 25

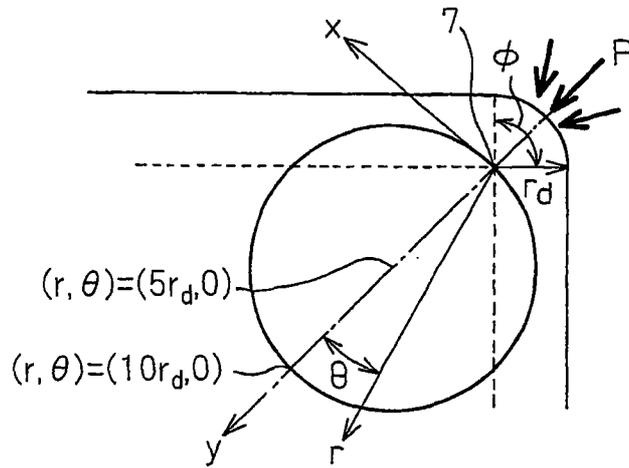


图 26

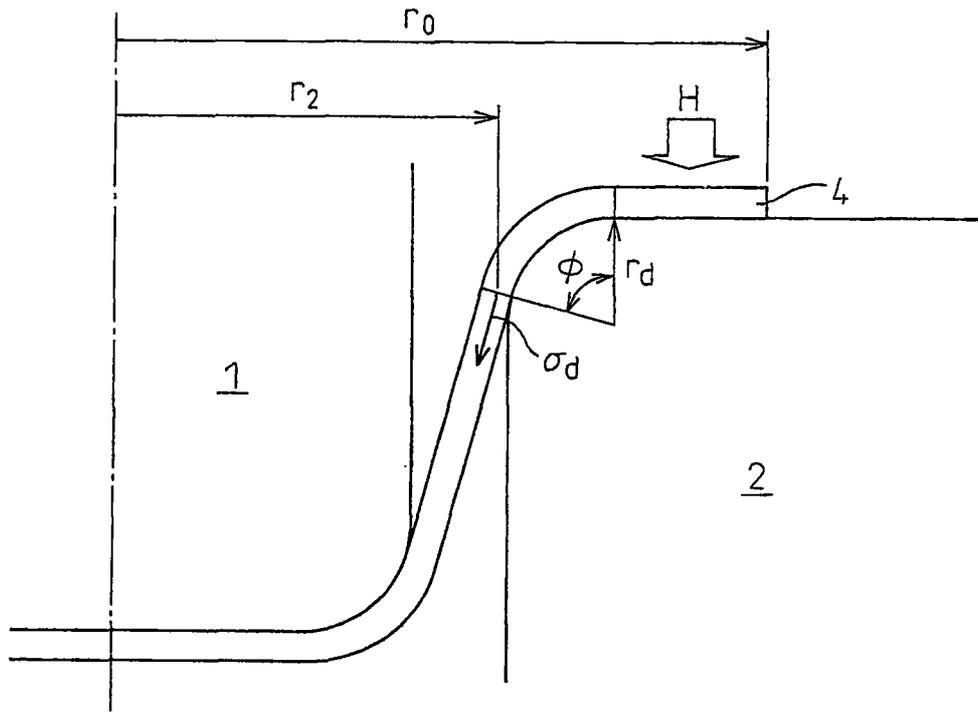


图 27

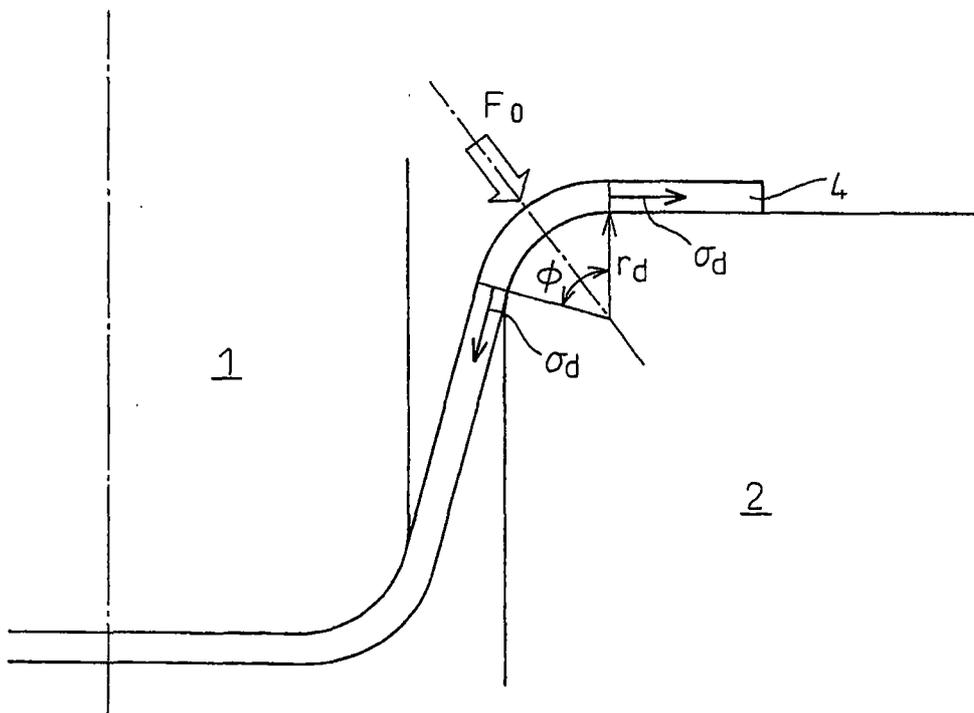


图 28

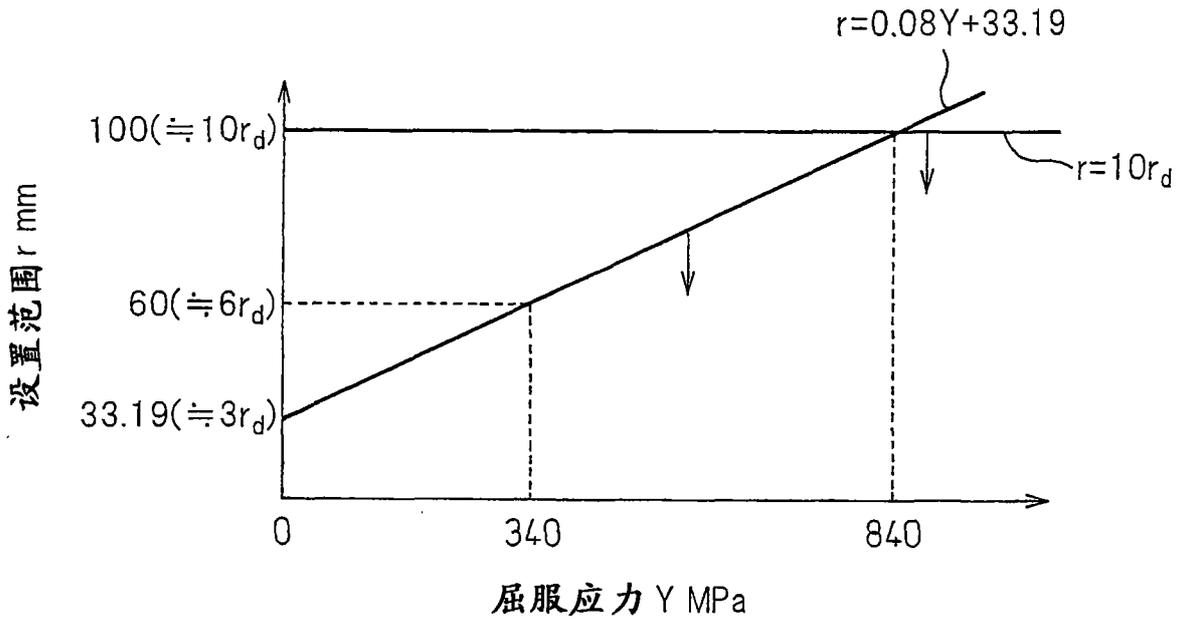


图 29

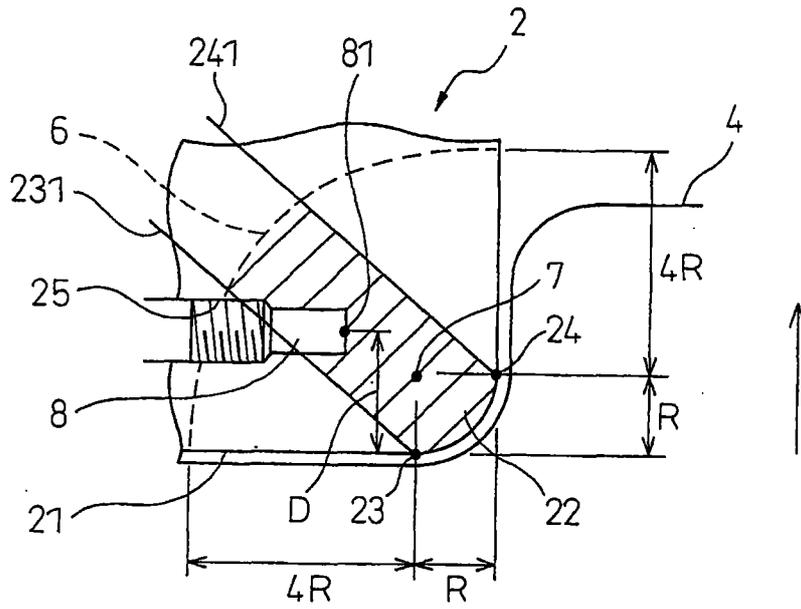


图 30

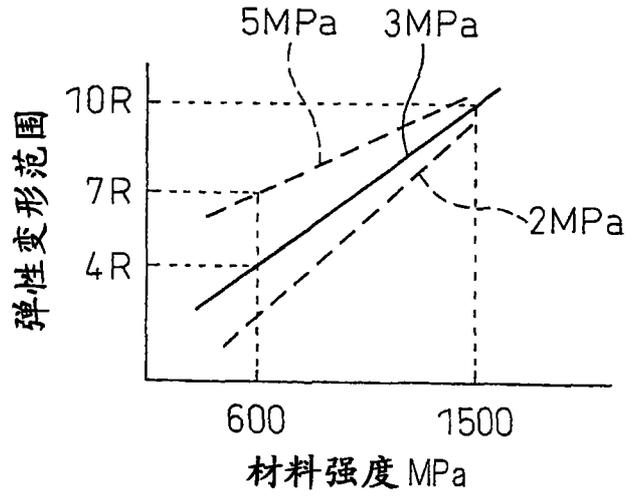


图 31

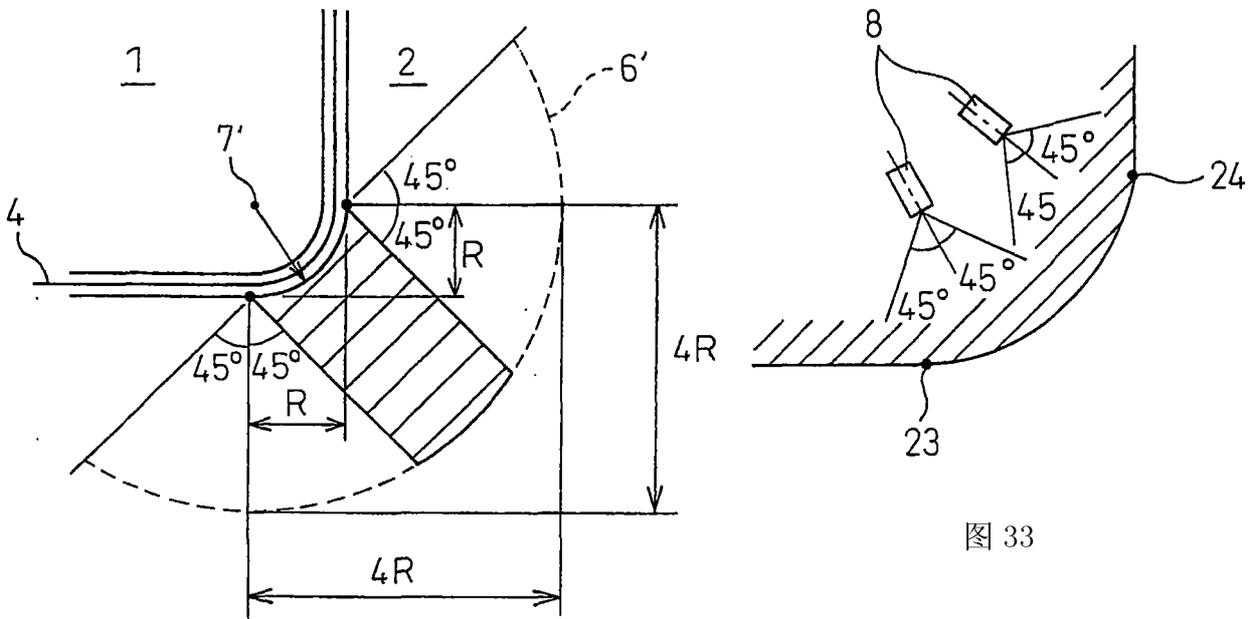


图 33

图 32

符号说明

- 1 冲头
- 2 冲模
- 3 防皱模具
- 4 被加工材料
- 5 应变测定机构
- 6 可设置应变测定机构的区域

7 弯曲中心

8 应变传感器